

مهندسی و کنترل

ساختمان

HOM.IR

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبحث نوزدهم

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

(بخش ساختمان‌های فولادی)

۱۳۸۸
دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

hom.ir

بسمه‌تعالی

پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان ایران، به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به‌اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیّت و افزایش عمر مفید ساختمان‌ها می‌گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملّی ساختمان که به‌عنوان نقطهٔ عطفی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعهٔ مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعهٔ مهندسی قرار خواهد گرفت.

در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملّی ساختمان، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به‌تفاوت‌های آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگی‌های خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملّی ساختمان می‌توان ویژگی‌های زیر را برشمرد:

- «مقررات ملّی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.
- احکام «مقررات ملّی ساختمان» به‌طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.
- با توجه به الزامی بودن «مقررات ملّی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.
- «مقررات ملّی ساختمان» بر هرگونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعهٔ بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.

hom.ir

مقررات تدوین شده به‌خودی خود متضمن کیفیت ساختمان‌ها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه به‌امر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور به‌طور خاص و دانشجویان، دانش‌آموزان و آحاد مردم به‌طور عام از یک‌سو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به‌ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به‌عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مد نظر سیاست‌گزاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن به‌ویژه مواد ۳۳ و ۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملّی ساختمان و الزام به‌رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به‌منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفهٔ اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفه‌های ساختمانی به‌وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، به‌ایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمان‌های والای انقلاب عینیت بخشند.

فرصت را مغتنم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که به‌نحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملّی ساختمان در کشور کوشش می‌نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان و کلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هرچه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

غلامرضا هوائی
مدیرکل امور مقررات ملّی ساختمان

hom.ir

هیأت تهیه‌کننده مقررات صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

● دکتر محمدتقی احمدی	عضو
● دکتر عباسعلی تسنیمی	عضو
● دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور	عضو
● دکتر مرتضی زاهدی	عضو
● دکتر محسن غفوری آشتیانی	عضو
● مهندس محمد فائزی	رئیس
● دکتر مهدی قالیبافیان	عضو
● دکتر بهروز گتمیری	عضو
● دکتر محمود گلابچی	عضو
● مهندس حشمت‌اله منصف	عضو
● مهندس آلدیک موسسیان	عضو
● دکتر سیدرسول میرقادری	عضو
● مهندس نادر نجیمی	دبیر

ب) اعضای کمیته تخصصی مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان

● دکتر محمدتقی احمدی	مسئول
● دکتر حمیدرضا حافظی	عضو
● دکتر محمدتقی حریری	عضو
● مهندس فرامرز صدر	عضو
● دکتر بهروز کاری	عضو
● دکتر غلامرضا گل‌محمدی	نماینده دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

پ) کمیته تهیه کننده پیش‌نویس در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

● دکتر بهروز کاری	مسئول و تنظیم‌کننده متن پیش‌نویس
● دکتر ریما فیاض	عضو و همکار در تنظیم متن پیش‌نویس
● دکتر جمشید ریاضی	عضو (مشاور)
● مهندس مرتضی کسمائی	عضو (مشاور)

hom.ir

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱۹-۱کلیات ۳
۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد ۳
۱۹-۱-۲ تعاریف ۳
۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا ۱۶
۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز جهت اخذ پروانه ساختمان ۱۶
۱۹-۲-۲ عوامل ویژه اصلی ۱۸
۱۹-۲-۳ عوامل ویژه فرعی ۲۰
۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی ۲۴
۱۹-۳ پوسته خارجی ساختمان ۲۵
۱۹-۳-۱ روش الف - روش کارکردی ۲۵
۱۹-۳-۲ روش ب – روش تجویزی ۳۰
۱۹-۳-۳ توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان ۳۴
۱۹-۴ تاسیسات مکانیکی ۴۲
۱۹-۴-۱ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم گرمایی ۴۲
۱۹-۴-۲ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم سرمایی ۴۴
۱۹-۴-۳ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم تهویه و تعویض هوا ۴۶
۱۹-۴-۴ تأمین آب گرم مصرفی ۴۸
۱۹-۵ روشنایی ۵۰
۱۹-۵-۱ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی- کلیات ۵۰
۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی لازم ۵۰
پیوست ۱ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ۵۴
پیوست ۲ روش محاسبه شاخص خورشیدی و تعیین گروه‌بندی مربوط به شاخص ۵۷

hom.ir

پیوست ۳ گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی – سرمایی سالانه ساختمان ۵۹
پیوست ۴ گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها..... ۶۶
پیوست ۵ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی..... ۶۷
پیوست ۶ مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم ۶۸
پیوست ۷ مقادیر ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول ۷۰
پیوست ۸ مقادیر مقاومت‌های حرارتی سطوح داخلی و خارجی ۷۷
پیوست ۹ – مقادیر ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوهای ۸۳

hom.ir

مبحث نوزدهم
صرفه‌جویی در مصرف انرژی

hom.ir

hom.ir

۱۹-۱کلیات

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد

این فصل از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند، و شامل دو روش کارکردی (روش الف) و تجویزی (روش ب) است.

در روش الف ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان محاسبه گردیده، با ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به طراحی مورد نظر مقایسه می‌شود. همچنین، اصول کلی ضروری در مورد سیستم‌های طراحی شده، جهت به حداقل رسانیدن مصرف بیان، می‌گردد.

در روش ب راه‌حل‌های فنی مختلف برای تعیین طراحی قسمت‌های مختلف تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی ساختمان ارائه می‌گردد.

این روش فقط در موارد زیر قابل اعمال است :

- خانه‌های ویلایی و واحدهای واقع در آپارتمان‌های مسکونی با مجموع زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع
- تمام ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به‌پیوست ۵)

در بخش‌های بعدی این مبحث، ضوابط مربوط به طراحی سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی ارائه شده است.

۱۹-۱-۲ تعاریف

تعاریف ارائه شده در این فصل فقط برای این مبحث انجام شده‌است.

hom.ir

احداث

برپا کردن ساختمان در روی زمین خالی

اینرسی حرارتی

قابلیت کلی پوسته خارجی و دیوارهای داخلی در ذخیره کردن انرژی (با جذب آن) و بازپس دادن آن (در صورت لزوم) برای به حداقل رسانیدن نوسان‌های دما و بار گرمایی-سرمایی در فضاهای کنترل شده ساختمان. گروه‌بندی اینرسی حرارتی کلی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان (ر.ک. به‌پیوست ۱)، صورت می‌گیرد.

بازسازی

دوباره‌سازی بخش‌های عمده‌ای از ساختمان که در اثر سانحه یا فرسودگی آسیب دیده‌اند.

بازشو

کلیه سطوح در پوسته خارجی ساختمان که برای ایجاد دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند. (مثل انواع درها، دریچه‌ها، پنجره‌ها، نماهای شیشه‌ای، نورگیرها، هواکش‌ها، دودکش‌ها و ...).

بام تخت

پوشش نهایی هر قسمت از ساختمان که شیبی کمتر یا مساوی ۱۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. بامهای تخت بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شوند.

بام شیب‌دار

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. در بالای سقف شیب‌دار فضای خارج و در زیر آن فضای کنترل شده یا کنترل نشده قرار دارد. در صورتی‌که فضای زیرین کنترل‌شده باشد، بام شیب‌دار بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شوند.

hom.ir

برچسب انرژی

برچسبی که توسط مقامات ذیصلاح بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان نصب می‌شود تا حد کیفیت محصولات از بعد مصرف انرژی مشخص گردد.

پایانه حرارتی

بخشی از یک سیستم مرکزی سرمایی یا گرمایی که در آخر مدار قرار دارد و انرژی منتقل‌شده توسط مدار توزیع را به فضا یا فضاهای کنترل شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

پل حرارتی

نقاطی از ساختمان که به علت عدم تداوم و یکپارچگی عایق حرارت پوسته خارجی ساختمان باعث افزایش میزان انتقال حرارت می‌گردند.

پوسته خارجی

کلیه سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و نظایر آنها که از یک طرف با فضای خارج و یا فضای کنترل نشده، و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

پوسته خارجی الزاما" در تمام موارد با پوسته فیزیکی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته فیزیکی ممکن است دربرگیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان شامل عناصری که در وجه خارجی خود مجاور خاک و زمین هستند نیز می‌باشد.

پوسته فیزیکی

کلیه سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها و نظایر آنها که از یک طرف با فضای خارج و از طرف دیگر با فضای داخل یا فضای کنترل نشده در ارتباط هستند.

hom.ir

تعویض هوا

تأمین شرایط بهداشتی در داخل فضای کنترل شده با عوض کردن میزان مشخصی از هوای آن با هوای تازه در هر ساعت.

تغییر کاربری

تغییر نووع بهره‌وری از ساختمان موجود.

توسعه

گسترش ساختمان موجود در سطح یا افزودن طبقات به‌آن.

تهویه

روند دمیدن و یا مکیدن هوا از طریق طبیعی یا مکانیکی به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (کنترل دما و احتمالاً میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و ...) . چنین هوایی می‌تواند مطبوع شده باشد.

تهویه مطبوع

نوعی از تهویه همراه با تنظیم عواملی همچون دما، رطوبت (رطوبت‌گیری یا رطوبت‌زنی)، همراه با حذف آلاینده‌های مختلف (بو، گرد و غبار، میکروارگانیسم‌ها، ...) برای تأمین آسایش حرارتی

جدار نورگذر

جداری که ضریب انتقال نور آن بزرگتر از ۰.۲ باشد. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات بوده و شامل پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنها است.

hom.ir

جرم سطحی

جرم متوسط یک متر مربع از سطح پوسته داخلی یا خارجی ساختمان.

جرم سطحی مفید جدار (m_i)

جرم سطحی قسمت رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه جرم مفید و اینرسی حرارتی ساختمان درنظر گرفته می‌شود (ر.ک. به‌پیوست ۱).

جرم سطحی مفید ساختمان (m_a)

نسبت جرم مفید ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به‌پیوست ۱).

جرم مفید ساختمان (M)

مجموع جرم قسمت‌های رو به داخل جدارهای تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه اینرسی حرارتی ساختمان درنظر گرفته می‌شود (ر.ک. به‌پیوست ۱).

دیوار

بخشی از پوسته خارجی غیر نورگذر ساختمان که عمودی است یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته‌است.

روز درجه سرمایش

واحدی بر اساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایش یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می‌رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به ۲۱ درجه سانتیگراد مربوط به دوره‌ای از سال که دمای متوسط روزانه از ۲۱ درجه سانتیگراد بالاتر است.

hom.ir

روز درجه گرمایش

واحدی بر اساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار گرمایشی یک ساختمان در اوقات سرد سال به کار می‌رود. روز درجه گرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به ۱۸ درجه سانتیگراد مربوط به دوره‌ای از سال که دمای متوسط روزانه از ۱۸ درجه سانتیگراد پائین‌تر است.

ساختمان ویلایی

ساختمان مستقلی است که فقط یک واحد مسکونی دارد.

سطح زیربنای مفید A_h

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

سطوح جدارهای نورگذر A_G

مساحت کل جدارهای نورگذر (اعم از شفاف یا مات) و قاب‌های احتمالی نگهدارنده آنها.

سیستم نوین تهویه

سیستمی که برای کنترل دبی تهویه بکار می‌رود و به‌طور محسوسی دبی هوای تازه را برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌کند. این سیستم‌ها باید مطابق با ضوابط بهداشت و مورد تأیید مراجع ذی‌صلاح باشند.

سیستم غیر فعال خورشیدی

سیستمی که قسمت‌هایی از جدارهای پوسته خارجی را تشکیل می‌دهد و به گونه‌ای طراحی شده‌است که با یک مکانیسم غیرفعال، انرژی خورشیدی را در خود جمع‌آوری و ذخیره می‌نماید تا در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان منتقل گردد (مانند فضای گلخانه‌ای).

hom.ir

سیستم قطع و کنترل اتوماتیک

سیستمی که با روشن و خاموش کردن تأسیسات گرمایی یا سرمایی، دمای رفت یا دمای فضاها را در محدوده تعیین شده بصورت خودکار تنظیم می‌نماید.

شاخص خورشیدی I_s

ضریبی که بر اساس آن، مقدار بهره‌گیری ساختمان از انرژی تابشی خورشید تعیین می‌شود.

شرایط عادی جوی

شرایط جوی که بطور معمول در یک منطقه جغرافیایی حاکم است.

ضریب انتقال حرارت طرح H

ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان یا بخشی از آن برابر است با مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل شده ، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت [W/K] است.
در روش کارکردی برای کنترل صحت طراحی، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌گردد.

ضریب انتقال حرارت سطحی U

ضریب انتقال حرارت سطحی قسمتی از پوسته خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده از سطحی از آن، با مساحت یک مترمربع، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت $[.K^{۲}W/m]$ است.

ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$

ضریب انتقال حرارت مرجع، ضریب انتقال حرارت حداکثر مجاز ساختمان یا بخشی از آن است و با استفاده از روابط ارائه‌شده در این مبحث محاسبه می‌گردد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت [W/K] است.

hom.ir

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع $\hat{U}$

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع، ضریب انتقال حرارت سطحی انواع مختلف جدارهای تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان (دیوار، سقف، کف، جدار نورگذر، در، ...) است که در این مبحث برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع $[W/m^2.k]$ است.

ضریب تبادل حرارت در سطح جدار

نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار (ر.ک. به‌پیوست ۸).

ضریب تصحیح انتقال‌حرارت مرجع

ضریبی که در صورت طراحی مناسب و بهره‌گیری بهینه از انرژی خورشیدی در مناطق سردسیر برای تصحیح مقادیر انتقال حرارت مرجع محاسبه می‌گردد. ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع با γ نشان داده می‌شود.

ضریب انتقال خورشیدی سطح نورگذر

نسبت انرژی عبور کرده به انرژی تابیده‌شده به سطح نورگذر

ضریب هدایت حرارت

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، عبور می‌کند و اختلافی برابر یک درجه کلوین بین دمای دو سطح طرفین عنصر ایجاد نماید. ضریب هدایت حرارتی با λ نشان داده می‌شود و واحد آن $[W/m.K]$ است. (ر.ک.به پیوست ۷)

hom.ir

عایق (عایق حرارت)

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر بطور مؤثر کاهش دهد. در مواردی عایق حرارت می‌تواند علاوه بر کاهش انتقال حرارت، توانایی‌های دیگری نیز مانند باربری، صدابندی و ... داشته باشد. در این راهنما، بطور اختصار کلمه عایق معادل عایق حرارت استفاده می‌شود. تحت شرایط ویژه‌ای، هوا نیز می‌تواند عایق حرارت محسوب شود.

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود که دارای ضریب هدایت حرارتی کمتر یا مساوی ۰.۰۶۵W/m.K. و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از $۵ m^۲.k/w$ باشد (مقادیر ذکر شده مربوط به اندازه‌گیری در شرایط حرارتی استاندارد می‌باشند).

عایق‌کاری حرارتی بوسیله یک ماده یا مصالح خاص و یا توسط سیستمی با چندین کارآیی صورت می‌گیرد. برای مثال، یک دیوار باربر می‌تواند در عین حال نقش عایق‌کاری حرارتی را نیز تأمین کند. ولی در اکثر موارد، لازم است که لایه‌ای ویژه صرفاً به‌عنوان عایق حرارت به جدار اضافه شود.

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی)

منظور استفاده از عایق‌های حرارت به منظور محدود کردن میزان انتقال حرارت در اجزای ساختمانی می‌باشد. سیستم عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) باید دو شرط زیر را دارا باشد:

- مقاومت حرارتی کل پوسته خارجی + عایق حرارت از حد مشخص شده‌ای بیشتر باشد،
- ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی از حد مشخص شده‌ای بیشتر نباشد.

مصالح بکار رفته در پوسته خارجی می‌تواند بدون نیاز به عایق حرارت مقاومت حرارتی مورد نیاز در مقررات را تأمین نماید.

در صورت عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) مناسب عناصر ساختمان، تأمین و حفظ شرایط آسایش حرارتی فضاهای کنترل شده براحتی و همراه با صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام می‌گردد.

hom.ir

عایق‌کاری حرارتی از داخل

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت داخل صورت می‌گیرد.

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) ازخارج

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت خارج صورت می‌گیرد.

عایق‌کاری حرارتی پیرامونی

عایق‌کاری حرارتی با عرضی محدود در کف روی خاک در مجاورت و امتداد دیوارهای پوسته خارجی ساختمان.

عایق‌کاری حرارتی همگن

نوعی عایق‌کاری حرارتی که در آن مصالح ساختمانی مصرف شده (اعم از سازه‌ای و غیر سازه‌ای) در بخش اعظم ضخامت پوسته خارجی (دیوار، سقف، کف) مقاومت حرارتی بالایی داشته‌باشد.

عناصر ساختمانی

قسمت‌هایی از ساختمان که به منظور تأمین نیازهای سازه‌ای و یا غیر سازه‌ای طراحی و ساخته شده‌اند و در پیوند با یکدیگر، تمامیت یک ساختمان را شکل می‌بخشند (مانند بام، سقف، کف، دیوار، بازشوها و ...).

عوامل ویژه

عواملی که نقش تعیین وضعیت ساختمان را از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ایفا می‌کنند (ر.ک. به ۱۹-۲-۲ و ۱۹-۲-۳). این عوامل شامل دو نوع اصلی و فرعی می‌باشند.

hom.ir

فضای زیستی

فضای مورد استفاده روزمره انسان‌ها اعم از فضای مسکونی، فضای کار و مشابه آن.

فضای کنترل شده

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، اعم از فضای زیستی و غیر زیستی، که به علت داشتن عملکرد خاصی، بطور مداوم و تا دمایی برابر و یا بالاتر (یا پایین‌تر) از دمای زیستگاه، گرم (یا خنک) می‌شوند. شرایط حرارتی آنها در ساختمان باید در محدوده آسایش باشد. ساختمان‌های مجاور ساختمان مورد نظر، از نوع فضای کنترل‌شده تلقی می‌شوند مگر آنکه از نوع ذکر شده در تعریف فضای کنترل‌نشده باشند.

فضای کنترل نشده

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در موردشان صادق نیست (همانند فضاهای درز انقطاع بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که مورد گرمایش و سرمایش قرار نمی‌گیرند).

کاربری ساختمان

نوع کاربرد ساختمان طبق گروه‌بندی ارائه‌شده در پیوست ۴ (گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها)

کف

عنصر ساختمانی افقی یا دال، که در بالا با یک فضای کنترل شده، و در پایین با خاک یا با فضای کنترل نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

گرمایش پایه

گرمایش اصلی ساختمان که با دمای خارج تنظیم می‌گردد.

hom.ir

گرمایش تکمیلی

گرمایش فرعی ساختمان که برای جوابگویی به نیازهای گرمایی کوتاه مدت، در مواقعی که گرمایش پایه به‌تنهایی کافی نیست پیش‌بینی می‌گردد.

گرمایش مرکب

گرمایش تشکیل‌شده از دو مؤلفه پایه و تکمیلی.

لامپ کم‌مصرف

لامپ با راندمان بیش از ۴۰ لومن بر وات

محدوده آسایش

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود ۸۰٪ ساکنین یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش می‌کنند.

محدوده دمای متعارف

محدوده دمایی که در فضاهای دارای عملکرد خاص باید حفظ گردد.

مراجع ذی‌صلاح

مراجعی که صلاحیت آنها در زمینه‌های تعیین‌شده در این مبحث مورد تأیید رسمی باشد.

مقاومت حرارتی

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. بدیهی است مقاومت حرارتی یک پوسته تشکیل شده از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌ها خواهد بود.

مقاومت حرارتی قابلیت عایق بودن (از نظر حرارتی) یک یا چند لایه از پوسته و یا کل پوسته را مشخص می‌کند. مقاومت حرارتی با R نشان داده می‌شود و واحد آن $[m^2k/w]$ است (ر.ک.به‌پیوست ۸).

hom.ir

نشت هوا

ورود و یا خروج هوا در ساختمان از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌های پیش‌بینی شده که باعث تعویض هوا می‌شود.

نوع (حامل) انرژی

در این مبحث، انرژی به دو نوع است: برقی و غیربرقی (شامل انواع مختلف مصرف مستقیم انرژی فسیلی، . . .).

واحد مسکونی

یک واحد خانه متشکل از یک اتاق یا بیشتر که امکانات کامل و مستقل (خواب، خوراک، پخت و پز و بهداشت) برای زندگی یک نفر یا بیشتر در آن فراهم باشد.

هوابندی

جلوگیری از ورود یا خروج هوا از طریق پوسته و یا درزهای عناصر تشکیل‌دهنده آن.

hom.ir

۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا

۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز جهت اخذ پروانه ساختمان

در زمان اخذ پروانه ساختمان، لازم است مدارک زیر جهت تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جویی در مصرف انرژی ارائه گردد :

۱۹-۲-۱-۱ گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح

۱۹-۲-۱-۲ چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی خلاصهٔ اطلاعات زیر باشد :

۱- مشخصات پرونده ساختمانی و مهندس طراح

۲- عوامل ویژهٔ اصلی

- کاربری ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۱)
- سطح نیاز انرژی سالانهٔ منطقهٔ جغرافیایی احداث ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۲)
- سطح زیربنای مفید ساختمان شامل فضاهای کنترل‌شده (مطابق ۱۹-۲-۲-۳)
- نوع شهر محل احداث ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۴)

۳- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس بند ۲ فوق و مطابق ۱۹-۲-۳) بدست می‌آید.

۴- روش مورد استفاده جهت طراحی ساختمان از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که بسته به نوع روش، بخشی از اطلاعات زیر موردنیاز خواهد بود.

۵- حدود ویژگی‌های حرارتی گونه‌های مختلف مصالح و عایق حرارتی مصرفی ساختمان.

۶- مشخصات گروه‌های عناصر تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان

۷- ضریب انتقال حرارت ساختمان یا گرمای ویژه ساختمان

۸- نوع انرژی مصرفی برای تامین گرمایش، سرمایش و آب‌گرم مصرفی (مطابق۱۹-۲-۳-۲)

hom.ir

۹- نحوه تداوم استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع) (مطابق ۱۹-۲-۳-۵)
۱۰- نوع سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، عایق‌کاری حرارتی و بازده آنها
۱۱- میزان شدت روشنایی فضاها و نحوه کنترل آن

۱۹-۲-۱-۳ نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه‌بندی ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باید مشخص شده باشد. جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل ۱:۱ ، ۱:۲ ، ۱:۵ ، ۱:۱۰ (بر حسب نیاز) تهیه شوند و در آنها نحوه اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهنده پوسته خارجی نشان داده شده باشد.
در صورت احداث، نقشه‌های مربوط به تمامی طبقات ساختمان باید ارائه گردد و در موارد بهسازی، بازسازی، تغییر کاربری، و یا توسعه ساختمان، تنها ارائهٔ اطلاعات مربوط به واحد یا واحدهای مستقل که تغییر در آنها صورت می‌گیرد کافی است.
تمامی نقشه‌های نامبرده و مشخصات فنی مربوطه باید به تأیید و امضای مهندس یا شرکت طراح برسد.

۱۹-۲-۱-۴ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت مورد استفاده در ساخت اجزای پوسته خارجی ساختمان

در صورتی‌که در طراحی و اجرای ساختمان از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت سنتی و متعارف استفاده گردد، لازم است مشخصات فنی مورد نیاز مربوطه (چگالی، پوشش محافظ احتمالی، ...) به همراه نقشه‌ها و دیگر مدارک ارائه شود، تا تعیین ضرایب انتقال حرارت و مقاومت‌های حرارتی این نوع مصالح و سیستم‌های مورد استفاده در پوسته خارجی

hom.ir

ساختمان‌ها مطابق دستورالعمل‌های ارائه‌شده در مراجع معتبر[1] صورت گیرد. (ر.ک.به پیوست ۷ و ۸)

در صورت استفاده از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت نوین، یا زمانی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای بخصوصی در مراجع ذی‌صلاح یافت نشود و یا در صورتی که سازنده‌ای مدعی باشد تولیداتی با مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر ذکر شده درمراجع معتبر دارد، لازم است نظریه فنی معتبر مربوط به محصول مورد نظر (حاوی ضرایب انتقال حرارت یا مقاومت‌های حرارتی عایق با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز جهت ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین‌اجرای مربوطه) ضمیمه مدارک گردد. در این حالت، مقادیر موجود در نظریه فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک عمل در طراحی و محاسبات خواهدبود. در صورت وجود برچسب انرژی برای بعضی تولیدات، مثلاً برای عایق‌های حرارت یا برای در و پنجره عایق، ترجیحاً از محصولات برچسب‌دار استفاده گردد.

۱۹-۲-۱-۵ مشخصات فنی سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تامین آب گرم مصرفی و روشنایی مورد استفاده در ساختمان‌ها

مشخصات فنی سیستم‌های تأسیسات مورد استفاده در ساختمان‌ها باید توسط مراجع معتبر تعیین شده‌باشد، تا حد کیفیت محصولات برای طراحان و مجریان سیستم‌های تاسیساتی شناخته‌شده باشد. در صورت وجود برچسب انرژی برای بعضی تولیدات، ترجیحاً از محصولات برچسب‌دار استفاده گردد.

۱۹-۲-۲ عوامل ویژه اصلی

میزان صرفه‌جویی لازم در مصرف انرژی که در این مبحث برای پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و روشنایی ساختمان‌ها مشخص می‌گردد، به عوامل ویژه اصلی به شرح زیر وابسته است:

---

۱ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان یا اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی - نشریه شماره ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

hom.ir

- کاربری ساختمان
- گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه محل استقرار ساختمان
- سطح زیربنای مفید ساختمان
- نوع شهر محل احداث ساختمان

نهایتاً، بر اساس این عوامل گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جوئی در مصرف انرژی امکان‌پذیر خواهد شد.

در این بخش، گونه‌بندی هر یک از عوامل ذکر شدهٔ فوق آمده است.

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف تا د تقسیم می‌شوند. برای تعیین گونه‌بندی ساختمان از نظر نوع کاربری به پیوست ۴ رجوع شود. در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان با مساحت بیش از ۱۵۰ مترمربع و با کاربری متفاوت از کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگتر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، لازم است برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه در نظر گرفته شود و مقررات خاص مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

۱۹-۲-۲-۲ گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه ساختمان

مناطق مختلف کشور از نظر سطح نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه، به سه گروه تقسیم می‌گردند :

- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه کم
- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه متوسط
- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه زیاد

جزییات مربوط به سه گونه فوق، و شهرهای واقع در هرکدام از گونه‌ها در پیوست ۳ آمده‌است.

hom.ir

۱۹-۲-۲-۳ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان

ساختمان‌ها از نظر سطح زیربنای مفید به دو گونه تقسیم می‌گردند :

- زیربنای مفید کمتر از یا مساوی با ۱۰۰۰ متر مربع
- زیربنای مفید بیش از ۱۰۰۰ متر مربع

۱۹-۲-۲-۴ گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان

شهرها در این مبحث به دو گونه تقسیم می‌گردند:

- شهرهای بزرگ : مراکز استانها و شهرهای با بیش از یک میلیون نفر جمعیت
- شهرهای کوچک : شهرهای با کمتر از یک میلیون نفر جمعیت که مرکز استان نیستند

۱۹-۲-۲-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

برای طراحی ساختمان طبق ضوابط مندرج در این مبحث، بعد از مشخص‌شدن عوامل ویژهٔ اصلی ذکر شده در ۴ بند فوق، لازم است ابتدا شمارهٔ گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به پیوست ۵) تعیین گردد :

گروه ۱ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی زیاد

گروه ۲ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی متوسط

گروه ۳ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی کم

گروه ۴ - ساختمان‌های بدون صرفه‌جویی در مصرف انرژی

در این مبحث، هرکجا به اختصار ساختمان از گروه ۱ یا ۲ یا ... ذکر شده‌است منظور گروه‌بندی فوق می‌باشد.

۱۹-۲-۳ عوامل ویژه فرعی

میزان صرفه‌جویی لازم در مصرف انرژی که در این مبحث مشخص می‌گردد، به عوامل ویژه دیگری که عوامل ویژه فرعی نامیده می‌شوند نیز وابسته است. عوامل ویژه فرعی به شرح زیر می‌باشند:

hom.ir

- شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی
- نوع انرژی مصرفی (برقی و غیربرقی) برای تأمین گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی
- نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن
- استفاده از سیستم‌های نوین تهویه
- نحوه استفاده از ساختمان با کاربری غیر مسکونی (مداوم یا منقطع)

در این مبحث، گونه‌بندی عوامل ذکر شده بدین قرار است :

۱۹-۲-۳-۱ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

ساختمان‌ها از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به چند گونه تقسیم می‌شوند :

ـ وجود امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

ـ عدم وجود امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

۱۹-۲-۳-۲ گونه‌بندی از نظر نوع انرژی مصرفی

ساختمان‌ها از نظر نوع انرژی مصرفی به دو بخش تقسیم می‌گردند :

غیر برقی : ساختمان‌هایی که کمتر از یا مساوی ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه و تهویه مطبوع از نوع برقی است.

برقی : ساختمان‌هایی که بیش از ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه و تهویه مطبوع از نوع برقی است.

در ساختمان‌هایی که گرمایش با استفاده از سیستم‌های غیر برقی صورت می‌گیرد :

- اگر سرمایش توسط سیستم‌های تبخیری یا جذبی تأمین گردد نوع انرژی مصرفی غیربرقی تلقی می‌گردد
- اگر سرمایش توسط سیستم‌های مکانیکی برقی تأمین گردد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می‌گردد

hom.ir

در ساختمان‌هایی که گرمایش با استفاده از سیستم‌های برقی صورت می‌گیرد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می‌گردد.

نظر به اینکه هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی در کشور بسیار بالااست و با توجه به اهداف ملی در راستای محدود کردن مصرف انرژی الکتریکی، در این مبحث، میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های با گرمایش و سرمایش از نوع برقی بطور محسوسی بیشتر از موارد غیربرقی می‌باشد.

این گونه‌بندی در تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی بند ۱۹-۳-۱) یا ضریب افزایش مقاومت حرارتی (روش تجویزی بند ۱۹-۳-۲) تأثیرگذار است.

۱۹-۲-۳-۳ گونه‌بندی از نظر استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

ساختمان‌ها از نظر استفاده از سیستم‌های نوین تهویه به دو بخش تقسیم می‌گردند :

- استفاده از سیستم‌های نوین تهویه
- عدم استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

۱۹-۲-۳-۴ گونه‌بندی از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن

ساختمان‌ها از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید آن، بسته به گروه‌بندی ساختمان از نظر میزان صرفه‌جوئی در مصرف انرژی به دو گونهٔ الف و ب به شرح زیر تقسیم می‌شوند :

برای ساختمان‌های گروه ۱:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا مساوی با ۱:۱۲ ($A_G \leq A_h/12$) [1]

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از ۱:۱۲ ($A_G > A_h/12$)

---

۱ A_G : سطح پوسته خارجی نورگذر A_h : سطح زیربنای مفید

hom.ir

برای ساختمان‌های گروه ۲ و ۳:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا مساوی با ۱:۹ ($A_G \leq A_h/9$)

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از ۱:۹ ($A_G > A_h/9$)

این تقسیم‌بندی در تعیین میزان مقاومت مورد نیاز در جدارهای غیرنورگذر (ر.ک. به ۱۹-۳-۲-۳) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۹-۲-۳-۵ گونه‌بندی ساختمان‌ها با کاربری غیر مسکونی

ساختمان‌های غیر مسکونی از نظر نحوه استفاده به دو بخش تقسیم می‌گردند :

- **استفاده منقطع** : در صورتی استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) منقطع تلقی می‌شود که بتوان در هر شبانه‌روز حداقل ده ساعت کنترل دما (در محدودهٔ دمای متعارف در زمان اشغال فضاها) را متوقف کرد.

- **استفاده مداوم** : در صورتی استفاده از ساختمان (یا فضاهای داخلی آن) مداوم تلقی می‌شود که تعریف استفاده منقطع در مورد ساختمان (یا فضای مربوطه) صادق نباشد.

اگر از بعضی فضاهای ساختمان بصورت مداوم، و از برخی دیگر بصورت منقطع استفاده گردد، نوع استفاده از بخش بزرگتر ملاک تصمیم‌گیری برای کل ساختمان است مگر آنکه مساحت بخش یا بخش‌های کوچکتر بیش از ۱۵۰ متر مربع باشد. در اینصورت محاسبات حرارتی هر نوع فضا باید بصورت مستقل انجام شود.

فضاهای با استفاده منقطع، در حالت‌های زیر با استفاده مداوم تلقی می‌شوند :

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوطه (ر.ک. به پیوست ۱)
- فضاهایی که در آن دما را نمی‌توان بیش از ۷ درجه سانتیگراد زیر محدوده دمای متعارف پایین آورد.

hom.ir

این گونه‌بندی در تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی بند ۱۹-۳-۱) تأثیرگذار است.

۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی

طراحی و تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان‌ها به دو روش امکان‌پذیر است.

روش کارکردی که در تمامی حالات قابل استفاده است و مبنای آن میزان کل نیاز انرژی سالانه‌است (ر.ک. به بخش ۱۹-۳-۱).

روش تجویزی تنها در مورد خانه‌های ویلایی، واحدهای واقع در آپارتمان‌های مسکونی با زیربنای کل کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع (غیراز شرایط خاص مندرج در تبصرهٔ بند ۱۹-۳-۲-۳-۲ در مورد گروه ۱) و همچنین ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به‌پیوست ۵) قابل استفاده است. در این روش، ضوابط و راه‌حل‌های فنی برای حالات مختلف عوامل ویژه فرعی مشخص شده و در بخش ۱۹-۳-۲ ارائه می‌گردد.

hom.ir

۱۹-۳ پوسته خارجی ساختمان

مهمترین بخش اکثر ساختمان‌ها که در این مبحث ضوابط طراحی آن برای صرفه‌جویی مصرف انرژی ساختمان مطرح می‌شود پوسته خارجی ساختمان است. کنترل ضوابط مذکور به دو روش مطابق ۱۹-۳-۱ و ۱۹-۳-۲ انجام می‌شود.

۱۹-۳-۱ روش الف - روش کارکردی

روش الف، برای کلیهٔ ساختمان‌ها قابل استفاده است، لیکن نیاز به محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح بر اساس محاسبات انتقال حرارت برای پوستهٔ خارجی ساختمان دارد. طراحی با استفاده از این روش دارای پیچیدگی‌هایی است. لذا در مواردی که در بند ۱۹-۲-۴ مشخص شده‌است، می‌توان از روش ب (۱۹-۳-۲) استفاده کرد.

۱۹-۳-۱-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی

تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی باید با تعیین ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با مقدار حداکثر (مرجع)، که در این بخش ارائه گردیده‌است، صورت گیرد. محاسبات باید برای هر واحد ساختمان به‌صورت مستقل انجام گردد. اگر واحدهای ساختمان از نظر حرارتی همگن باشند، کافی است محاسبات بر روی بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. لازم به ذکر است در صورتی واحدهای یک ساختمان همگن تلقی می‌شوند که :

- مشخصات حرارتی تمامی پوسته خارجی ساختمان یکنواخت باشد
- نوع انرژی مصرفی و نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تامین آب گرم در تمامی واحدها یکسان باشد

hom.ir

در این روش، ابتدا ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$ ، با توجه به عوامل ویژهٔ اصلی و فرعی مطابق ۱۹-۲-۲، محاسبه می‌گردد.

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان $\hat{H}$ برابر با میزان انتقال حرارت برای یک درجه(سلسیوس) اختلاف دما بین داخل و خارج از طریق دیوارها، بام‌ها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک و سطوح نورگذر است. این جدارها می‌توانند در تماس با فضای خارج یا فضاهای کنترل‌نشده باشند. $\hat{H}$ با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\hat{H} = A_W \times \hat{U}_W \times A_R \times \hat{U}_R + A_F \times \hat{U}_F + P \times \hat{U}_P + A_G \times \hat{U}_G \times R_G + A_D \times \hat{U}_D + A_{WB} \times \hat{U}_{WB}$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است :

- A_W - مساحت دیوارهای در تماس با فضای خارجی
- $\hat{U}_W$ - ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارهای در تماس با فضای خارجی
- A_R - مساحت مربوط به بام تخت یا شیبدار
- $\hat{U}_R$ - ضریب انتقال حرارت مرجع بام تخت یا شیبدار
- A_F - مساحت مربوط به کف زیرین در تماس با هوا
- $\hat{U}_F$ - ضریب انتقال حرارت مرجع کف زیرین در تماس با هوا
- P - پیرامون مربوط به کف زیرین در تماس با خاک
- $\hat{U}_P$ - ضریب انتقال حرارت خطی مرجع مربوط به کف زیرین در تماس با خاک
- A_G - مساحت مربوط به جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها (شیشه با قاب)
- $\hat{U}_G$ - ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها
- R_G - نسبت متوسط سطوح جدارهای نورگذر (بدون درنظر گرفتن سطوح قاب‌های آنها) به سطوح جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها
- A_D - مساحت مربوط درهای خارجی
- $\hat{U}_D$ - ضریب انتقال حرارت مرجع درهای خارجی
- A_{WB} - مساحت کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل‌نشده
- $\hat{U}_{WB}$ - ضریب انتقال حرارت مرجع کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل‌نشده

hom.ir

توضیح :

۱- $\mathbf{A_W}$، $\mathbf{A_R}$، $\mathbf{A_F}$، $\mathbf{A_D}$، $\mathbf{A_{WB}}$ و $\mathbf{P}$ از طرف داخل محاسبه می‌شوند.

۲- $\mathbf{A_W}$، $\mathbf{A_R}$، $\mathbf{A_F}$، $\mathbf{A_D}$، $\mathbf{A_{WB}}$ و $\mathbf{A_G}$ برحسب مترمربع و $\mathbf{P}$ برحسب متر محاسبه می‌شود.

۳- مقادیر $\mathbf{\hat{U}_W}$، $\mathbf{\hat{U}_R}$، $\mathbf{\hat{U}_F}$، $\mathbf{\hat{U}_P}$، $\mathbf{\hat{U}_G}$، $\mathbf{\hat{U}_D}$، $\mathbf{\hat{U}_{WB}}$، در جدول‌های بخش ۱۹-۳-۱-۳ آمده است.

۱۹-۳-۱-۲ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته خارجی ساختمان

در مرحله بعدی، ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان یا بخش کنترل شده آن (H) با روش‌های شناخته شده محاسبه می‌گردد. این محاسبه بر مبنای مشخصات حرارتی مصالح (تعیین شده توسط تولیدکننده و یا با استفاده از پیوست‌های ۷، ۸ و ۹) و سیستم‌های بکاررفته و با درنظر گرفتن پل‌های حرارتی و حفاظ‌های سطوح نورگذر صورت می‌گیرد (ر.ک. نشریهٔ شمارهٔ ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن).

در صورتی که گرمایش، سرمایش تمامی ساختمان بصورت مشابه صورت گیرد، ضریب انتقال حرارت طرح و ضریب انتقال حرارت مرجع برای کل ساختمان محاسبه می‌شود. در غیر این‌صورت، هر بخشی که توسط یک سیستم تاسیساتی متفاوت کنترل می‌شود باید بصورت مستقل محاسبه و طراحی گردد.

در صورتی که یک قسمت از ساختمان توسط یک فضای کنترل‌نشده یا توسط جداری مشترک با قسمت دیگری از ساختمان، که سطح تماس فیمابین آنها (دو بخش کنترل‌شده) کمتر از ۱۵ متر مربع است جدا شده باشد، ضرایب انتقال حرارت آن قسمت باید بصورت مستقل محاسبه‌گردد.

در روش کارکردی، طراحی عایق‌کاری حرارتی ساختمان باید به گونه‌ای صورت گیرد که ضریب انتقال حرارت طرح (H) کوچکتر یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع ($\hat{H}$) باشد : $H \leqslant \hat{H}$

hom.ir

۱۹-۳-۱-۳ ضرایب انتقال حرارت مرجع برای عناصر ساختمانی پوسته خارجی

ضرایب انتقال حرارت مرجع برای عناصر پوستهٔ خارجی بر اساس عوامل ویژهٔ اصلی و برخی عوامل ویژهٔ فرعی مطابق جدول‌های ۱ تا ۵ تعیین گردیده، و سپس در فرمول بخش ۱۹-۳-۱-۱ برای تعیین $\hat{H}$ قرار می‌گیرد.

جدول شماره ۱ – ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$ ساختمان‌های ویلایی

(ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ هستند، به غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب W/m.K می‌باشد)

نوع انرژی مصرفی		غیر برقی			برقی		
گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
دیوار	$\hat{U}_W$	۰.۷۰	۰.۸۸	۱.۰۲	۰.۵۸	۰.۷۴	۰.۸۵
بام تخت یا شیبدار	$\hat{U}_R$	۰.۳۰	۰.۳۸	۰.۴۴	۰.۲۵	۰.۳۲	۰.۳۷
کف در تماس باهوا	$\hat{U}_F$	۰.۴۵	۰.۵۷	۰.۶۶	۰.۳۸	۰.۴۷	۰.۵۵
کف‌درتماس‌باخاک	$\hat{U}_P$	۱.۴۵	۱.۸۳	۲.۱۲	۱.۲۱	۱.۵۲	۱.۷۶
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۲.۷۰	۳.۴۰	۳.۹۴	۲.۲۵	۲.۸۴	۳.۲۹
در	$\hat{U}_D$	۳.۵۰	۴.۴۱	۵.۱۱	۲.۹۲	۳.۶۸	۴.۲۶
فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷

جدول شماره ۲ – ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$

ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده مداوم

(ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ هستند، به غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب W/m.K می‌باشد)

نوع انرژی مصرفی		غیر برقی			برقی		
گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه۱	گروه۲	گروه۳	گروه۱	گروه۲	گروه۳
دیوار	$\hat{U}_W$	۰.۸۰	۱.۰۱	۱.۱۷	۰.۶۷	۰.۸۴	۰.۹۸
بام تخت یا شیبدار	$\hat{U}_R$	۰.۵۰	۰.۶۳	۰.۷۳	۰.۴۲	۰.۵۳	۰.۶۱
کف در تماس باهوا	$\hat{U}_F$	۰.۵۰	۰.۶۳	۰.۷۳	۰.۴۲	۰.۵۳	۰.۶۱
کف درتماس‌باخاک	$\hat{U}_P$	۱.۴۵	۱.۸۳	۲.۱۲	۱.۲۱	۱.۵۳	۱.۷۶
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۲.۷۰	۳.۴۰	۳.۹۴	۲.۲۵	۲.۸۳	۳.۲۸
در	$\hat{U}_D$	۳.۵۰	۴.۴۱	۵.۱۱	۲.۹۲	۳.۶۸	۴.۲۶
فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷

hom.ir

تبصره ۱- برای ساختمان‌های گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی که درمناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، هنگام استفاده از جدول ۲، میزان ضریب انتقال حرارت مرجع را می‌توان به میزان $\gamma.V$ (بر حسب وات بر متر) افزایش داد.

در این رابطه γ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است و مقادیر آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.V حجم فضای مفید ساختمان به متر مکعب می‌باشد. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی در پیوست‌های ۱ و ۲ ارائه گردیده‌است.

جدول شماره ۳ – محاسبه ضریب γ برای ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده مداوم بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

اینرسی حرارتی	شاخص خورشیدی I_S		
	$I_S < ۰.۰۱$	$۰.۰۱ <= I_S > ۰.۰۲$	$I_S >= ۰.۰۲$
کم	۰.۰۰	۰.۰۳	۰.۰۶
متوسط	۰.۰۰	۰.۰۵	۰.۱۰
زیاد	۰.۰۰	۰.۰۶	۰.۱۲

جدول شماره ۴ – ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$ ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده منقطع

(ضرایب بر حسب $W/m^{۲}.K$ هستند، به غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب **W/m.K** می‌باشد)

نوع انرژی مصرفی		غیر برقی			برقی		
گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
دیوار	$\hat{U}_W$	۱.۱۰	۱.۳۹	۱.۶۱	۰.۹۲	۱.۱۶	۱.۳۴
بام تخت یا شیبدار	$\hat{U}_R$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷
کف در تماس باهوا	$\hat{U}_F$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷
کف درتماس‌باخاک	$\hat{U}_P$	۱.۶۰	۲.۰۲	۲.۳۴	۱.۳۳	۱.۶۸	۱.۹۵
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۳.۴۰	۴.۲۸	۴.۹۶	۲.۸۳	۳.۵۷	۴.۱۴
در	$\hat{U}_D$	۳.۵۰	۴.۴۱	۵.۱۱	۲.۹۲	۳.۶۸	۴.۲۶
فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰.۷۰	۰.۸۸	۱.۰۲	۰.۵۸	۰.۷۴	۰.۸۵

hom.ir

تبصره ۲ – برای ساختمان‌های گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی انرژی که در مناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، هنگام استفاده از جدول ۴، میزان ضریب انتقال حرارت مرجع را می‌توان به میزان $\gamma.V$ (بر حسب وات بر متر) افزایش داد.

در این رابطه γ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است و مقادیر آن در جدول شماره ۵ ارائه شده است. V حجم فضای مفید ساختمان به متر مکعب می‌باشد. روش تعیین اینرسی حرارتی و شاخص خورشیدی در پیوست‌های ۱ و ۲ ارائه گردیده‌است.

جدول شماره ۵ – محاسبه ضریب γ ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده منقطع بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

اینرسی حرارتی	شاخص خورشیدی I_S		
	$۰.۰۱ > I_S$	$۰.۰۲ > I_S >= ۰.۰۱$	$I_S >= ۰.۰۲$
دلخواه	۰.۰۰	۰.۰۴	۰.۰۸

۱۹-۳-۲ روش ب – روش تجویزی

این روش در مواردی توصیه می‌شود که روش کارکردی، با توجه به پیچیدگی نسبی محاسباتی آن، فاقد توجیه اجرایی و اقتصادی بوده و شرایط استفاده از روش ب، مطابق بند ۱۹-۲-۴ برقرار باشد. در این روش، مشخصات حداقل جدارهای غیرنورگذر و ویژگی‌های پنجره‌های پوسته خارجی ساختمان تعیین می‌گردد. راه‌حل‌های فنی در این روش، بسته به شرایط برخی عوامل ویژه فرعی طرح مطابق بندهای زیر می‌باشد.

۱۹-۳-۲-۱ راه‌حل‌های فنی در شرایط استاندارد عوامل ویژهٔ فرعی طرح

این راه‌حل‌ها شامل رعایت حداقل مقاومت‌های حرارتی $\hat{R}$ برحسب $[m^2.k/w]$ در مورد جدارهای پوستهٔ خارجی ساختمان (با استفاده از جدول ۶)، و نیز مشخصات پنجره‌های مورد استفاده (در جدول ۷) با فرض وجود شرایط استاندارد عوامل ویژهٔ فرعی می‌باشد.

تعریف شرایط استاندارد برای عوامل ویژهٔ فرعی به‌شرح زیر است:

- عدم امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی
- استفاده از انرژی غیر برقی

hom.ir

- استفاده از سیستم‌های تهویه معمولی
- عدم امکان کاهش سطوح جدارهای نورگذر به حدود مشخص شده در بند ۱۹-۳-۲-۲-۳

جدول شماره ۶ – حداقل مقاومت‌های حرارتی ($\hat{R}$) جدارهای غیرنورگذر

(بر حسب $m^2.K/W$)

گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
دیوار	سبک[1]	۲.۸	۲.۱	۱.۵
	سنگین[2]	۱.۹	۱.۴	۱.۰
	مجاور فضای کنترل نشده	۱.۵	۱.۱	۰.۸
سقف	سبک[1]	۵.۰	۳.۷	۲.۷
	سنگین[2]	۴.۰	۳.۰	۲.۲
	مجاور فضای کنترل نشده	۳.۱	۲.۳	۱.۷
کف	سبک[1]	۳.۰	۲.۲	۱.۶
	سنگین[2]	۲.۴	۱.۸	۱.۳
	مجاور فضای کنترل نشده	۱.۸	۱.۳	۱.۰
کف روی خاک	عایق پیرامونی	۳.۷	۲.۷	۲.۰
	عایق زیر تمام سطح	۱.۷	۱.۳	۰.۹

در صورتی که طراحی با استفاده از این روش انجام شود، لازم است در هر جدار $R < \hat{R}$ باشد. در این رابطه، $\hat{R}$ از جدول شماره ۶ به‌دست می‌آید و R مقاومت حرارتی جدار یک یا چندلایه ساختمان است که بر اساس فرمول زیر بدست می‌آید:

$$R = \Sigma R_i$$

در این رابطه، R_i مقاومت حرارتی لایهٔ i می‌باشد. در ضمن، در صورتی که لایه از ماده‌ای همگن تشکیل شده‌باشد، مقاومت حرارتی لایه مربوطه بر حسب ضخامت d_i و

۱ جداری سبک تلقی می‌گردد که جرم سطحی مفید آن (ر.ک. به پیوست ۱) کمتر از ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.
۲ جداری سنگین تلقی می‌گردد که جرم سطحی مفید آن (ر.ک. به پیوست ۱) مساوی یا بیش از ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.

hom.ir

ضریب هدایت حرارت λ_i لایه (از جدول پیوست ۷)، و با استفاده از رابطه $R_i = d_i / \lambda_i$ محاسبه می‌گردد.

در مورد لایه‌های هوا و یا از جنس مصالح بنائی (آجر، بلوک سفالی و سیمان)، مقادیر R_i در جداول پیوست ۸ تعیین گردیده‌است.

جزئیات و توضیحات تکمیلی در زمینه محاسبات مربوط به مقاومت جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان در پیوست ۵ راهنمای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ارائه شده‌است.

جدول شماره ۷ – مشخصات پنجره‌های مورد استفاده

نوع پنجره	نوع شیشه	
پنجره فلزی کشویی یا لولایی	شیشه یک جداره	غیرمجاز
	شیشه دو جداره	مجاز
	دو پنجره [1]	مجاز
پنجره چوبی یا پلیمری مرغوب	شیشه یک جداره	مجاز است اگر $A_G < A_h$ /۱۲
	شیشه دو جداره	مجاز

A_G : سطح جدارهای نورگذر پوسته خارجی A_h : سطح زیربنای مفید ساختمان

۱۹-۳-۲-۲ راه‌حل‌های فنی برای شرایط غیراستاندارد عوامل ویژهٔ فرعی طرح

در صورت آنکه هر یک از عوامل ویژهٔ فرعی ساختمان فاقد شرایط استاندارد که در بند ۱۹-۳-۲-۱ تعریف شده‌است باشد، بر حسب مورد، طراح می‌تواند یا باید اصلاحاتی را در حداقل مقادیر مقاومت‌های عایق حرارتی مصرفی در پوسته خارجی ساختمان به‌عمل آورد.

۱ منظور استفاده از دو قاب پنجره با شیشه‌های یک جداره برای هر یک و نصب‌شده روی یک دیوار واحد است.

hom.ir

۱۹-۳-۲-۲-۱ بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

در صورتی‌که ساختمان در مناطق گرم و مرطوب، و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار نگرفته باشد و سطوح نورگذر در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم سطح مفید ساختمان (A_h) باشد و همچنین موانع در برابر تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از ۳۵ درجه (نسبت به افق) دیده‌شود (ر.ک. به پیوست ۲)، ساختمان می‌تواند بهره‌مند از انرژی خورشیدی تلقی شود، و در صورت تمایل طراح، ضریب کاهشی برابر با ۰.۸۵ به مقاومت‌های حداقل R تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۲-۲-۲ استفاده از انرژی برقی

در صورت استفاده از انرژی برقی مطابق تعریف بند ۱۹-۲-۲-۵ ، ضریب افزایشی برابر با ۱.۲۰ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۲-۲-۳ امکان کاهش سطوح جدارهای نورگذر

در گروه ۲ و ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به ۱/۹ سطح زیربنای مفید A_h ، طراح می‌تواند از شیشه‌های تک‌جداره نیز استفاده نماید یا ضمن استفاده از شیشه دوجداره ضریب کاهشی برابر با ۰.۸۸ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ اعمال نماید.

در گروه ۱ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به کمتر از ۱/۱۲ سطح زیربنای مفید A_h ، طراح می‌تواند از شیشه‌های تک‌جداره نیز استفاده نماید یا ضمن استفاده از شیشه دوجداره ضریب کاهشی برابر با ۰.۸۸ را به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ اعمال نماید.

- ***تبصره:*** در ساختمان‌های گروه ۱ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت تمایل به استفاده از شیشه‌های تک‌جداره بدون کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به کمتر از ۱/۱۲ سطح زیربنا A_h ، لازم است طراحی با استفاده از روش الف (روش کارکردی) انجام گردد.

hom.ir

۱۹-۳-۲-۲-۴ استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

در صورت استفاده از سیستم‌های نوین تهویه ، ضریب کاهشی برابر با ۰.۸۲ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۳ توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان

طراحی معماری ساختمان باید حتی‌الامکان همساز با اقلیم باشد، به نحوی که از شرایط مطلوب طبیعی حداکثر استفاده به‌عمل آید و در ضمن ساختمان در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت گردد تا مقدار انرژی مورد نیاز برای تأمین گرمایش و سرمایش به حداقل رسیده و بخشی از آن از طریق طبیعی تأمین شود. به این ترتیب شرایط آسایش به نحو مطلوبتری در داخل فضای معماری تأمین می‌شود. علاوه بر عایق‌حرارت، برخی عوامل مؤثر در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در ساختمان به‌شرح زیر می‌باشند :

- جهت‌گیری ساختمان
- حجم کلی و فرم ساختمان
- جانمایی فضاهای داخلی
- جدارهای نورگذر
- سایبان‌ها
- اینرسی حرارتی جدارها
- تعویض هوا

۱۹-۳-۳-۱ جهت‌گیری ساختمان

جهت‌گیری ساختمان نسبت به جنوب در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی بسیار مؤثر است. جهت‌گیری مناسب به این معنی است که جدارهای نورگذر جنوبی به منظور بهره‌برداری بیشتر از انرژی تابشی خورشید در سردترین روز سال از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعدازظهر در معرض تابش خورشید قرار گیرند. به علاوه ساختمان به نحوی قرار گیرد که از بادهای نامطلوب در طول سال محفوظ باشد و ضمناً طی فصل گرم ءبتوان از نسیم‌ها و بادهای مطلوب به منظور تهویه طبیعی و کاهش دمای داخل استفاده کرد.

hom.ir

۱۹-۳-۳-۲ حجم کلی و فرم ساختمان

حجم کلی و فرم ساختمان در انتقال انرژی حرارتی بسیار مؤثر است. هر قدر نسبت پوسته خارجی ساختمان به زیربنای آن کوچکتر باشد، انتقال حرارت کمتری خواهد داشت. توصیه می‌شود در مناطق با نیاز انرژی زیاد، (مطابق پیوست ۳) ساختمان به صورت متراکم طراحی شده و از مقدار سطح پوسته خارجی (نسبت به سطح زیربنای آن) کاسته شود. در اقلیم‌های گرم و مرطوب، و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) ساختمان باید به شکلی طراحی شود که امکان استفاده از تهویه طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

۱۹-۳-۳-۳ جانمایی فضاهای داخلی

فضاهای داخل به دو دسته فضاهای اصلی و فضاهای حائل تقسیم می‌شوند. فضاهای اصلی فضاهایی هستند که در اکثر اوقات شبانه‌روز استفاده شده و افراد در آن سکونت دارند. فضاهای حائل دارای افراد ساکن نبوده و به طور مستمر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. جانمایی فضاهای اصلی و فضاهای حائل باید به نحوی صورت گیرد که فضاهای حائل مابین فضاهای اصلی و جبهه‌های نامطلوب ساختمان (از نظر حرارتی) قرار گیرند تا انتقال حرارت از فضاهای اصلی به خارج (یا از خارج به فضاهای اصلی در ماه‌های گرم سال) به حداقل برسد. فضاهای اصلی باید رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار گیرند. جبهه‌های مطلوب ساختمان به ترتیب اهمیت عبارتند از: جنوبی، شرقی، شمالی. استقرار فضاهای اصلی رو به جنوب باعث می‌شود تا بتوان بخشی از گرمای مورد نیاز ساختمان را در اوقات سرد از طریق تابش آفتاب به داخل تأمین نمود.

۱۹-۳-۳-۴ جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر شامل پنجره‌ها، نورگیرها و مشابه آن باید از قاب‌های مرغوب و بدون درز مستقیم و با حداقل نشت هوا باشند. استفاده از شیشه‌های دوجداره و یا دوقاب موازی برای این سطوح به‌ویژه در مورد پنجره‌ها توصیه می‌شود.

hom.ir

قالب‌های این جدارها باید از جنس مناسب مانند چوب، پلیمرهای مرغوب و یا فلز با حداقل پل‌های حرارتی باشد. در صورتی که درزبندی دور قاب‌ها مناسب نباشد، لازم است با استفاده از نوارهای انعطاف‌پذیر از نشت هوا ممانعت شود.

مقدار سطوح نورگذر از نظر انتقال حرارت در ساختمان بسیار مؤثر است. هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوسته خارجی کمتر باشد، انتقال حرارت کمتری نسبت به خارج وجود خواهد داشت. مقدار کافی و مناسب سطوح نورگذر باعث می‌شود تا ضمن تأمین نور مناسب برای فضاهای داخل، از انتقال حرارت به خارج کاسته شود. سطوح نورگذر جنوبی به جذب انرژی تابشی خورشید برای تأمین بخشی از گرمای مورد نیاز در اوقات سرد کمک می‌نماید. سطوح نورگذر به علت مقاومت حرارتی اندک نسبت به سایر بخشهای پوسته خارجی ترجیحاً نباید رو به جبهه‌های نامطلوب و سرد ساختمان قرار گیرند. بدین ترتیب، ساختمان در جبهه‌های مزبور از حداقل سطح مورد نیاز برخوردار خواهد بود. برخی مشخصات حرارتی انواع نورگیرها یا پنجره‌ها در پیوست ۹ آمده است.

۱۹-۳-۳-۵ سایبان‌ها

سایبان‌ها برای کنترل میزان تابش آفتاب به سطوح نورگذر ساختمان به کار می‌روند. لزوماً در همه مناطق اقلیمی به وجود سایبان نیاز نخواهد بود. برای تعیین نیاز به وجود سایبان باید اقلیم منطقه بطور دقیق مطالعه شود تا اوقات گرم سال در منطقه مورد نظر تعیین شود. در صورت وجود اوقات گرم باید در جبهه‌های مختلف ساختمان با توجه به اوقات گرم سال و زوایای تابش خورشید در اوقات مزبور زاویه سایبان افقی یا عمودی تعیین شود. به این ترتیب در اوقات مزبور تمامی سطح پنجره در سایه قرار گرفته و مانع از ورود تابش خورشید به داخل و افزایش دما و ایجاد شرایط نامطلوب حرارتی در فضای داخل می‌شود.

استفاده از عایق حرارت در پوسته خارجی ساختمان سبب می‌شود که حرارت حاصل از منابع گرمایشی طبیعی نظیر انرژی تابشی خورشید، گرمای حاصل از ساکنین و گرمای حاصل از وسایل الکتریکی در فضای داخل باقی بماند و به عنوان منبع گرمایش کمکی مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه اگر در مناطق با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) بر روی پنجره‌ها سایبان مناسب پیش‌بینی نشود، در اوقات گرم سال نه فقط دمای داخل طاقت‌فرسا شده، بلکه بار برودتی ساختمان نیز به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و انرژی

hom.ir

زیادی برای تأمین سرمایش لازم خواهد بود. برای پیشگیری از این امر باید روی پنجره‌های ساختمانهای واقع در این مناطق سایبانی با عمق مناسب تعبیه گردد. منظور از عمق مناسب سایبان، عمقی است که در اوقات گرم سال از تابش خورشید به داخل ممانعت به عمل آید و در اوقات سرد برای استفاده از گرمای تابشی خورشید امکان ورود تشعشع خورشید به داخل فراهم شود. به همین منظور در جدول شماره ۸ برای عرضهای جغرافیایی ۲۵ تا ۳۷ درجه شمالی و برای پنجره‌های واقع در جهت‌های مختلف جغرافیایی، سایبانهایی پیشنهاد شده است که تا ۱۰۰٪ در اوقات گرم بر روی پنجره سایه ایجاد می‌کند. مقادیر داخل جدول به عنوان پیشنهاد اولیه بوده و در صورت انجام مطالعات اقلیمی معتبر دقیق‌تر و ارائه جدول‌ها و نمودارهای مربوطه طراحان می‌توانند مقادیر بهینه محاسبه‌شده را انتخاب نمایند. برای تأمین سایبان مناسب می‌توان با استفاده از زوایای پیشنهادی اشکال متنوعی را برای سایبان ارائه کرد تا ضمن آزادی در طراحی و حفظ زیبایی، سایه موردنظر نیز بر روی تمام پنجره ایجاد شود.

نکته قابل توجه در جدول آن که در مواردی فقط سایبان افقی یا فقط سایبان عمودی و یا استفاده همزمان از هر دوی آنها توصیه شده است. در مواردی نظیر وضعیت عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و جهت‌گیری پنجره به‌سوی ۶۰ درجه شمال شرقی، استفاده از سایبان افقی یا عمودی بستگی به‌انتخاب طراح دارد. در شکل ۱ زوایای سایبان افقی α و عمودی β نشان داده شده است. با تعیین این زوایا بدیهی است که ابعاد سایبان با توجه به‌ابعاد بازشو به‌راحتی به‌دست می‌آید.

hom.ir

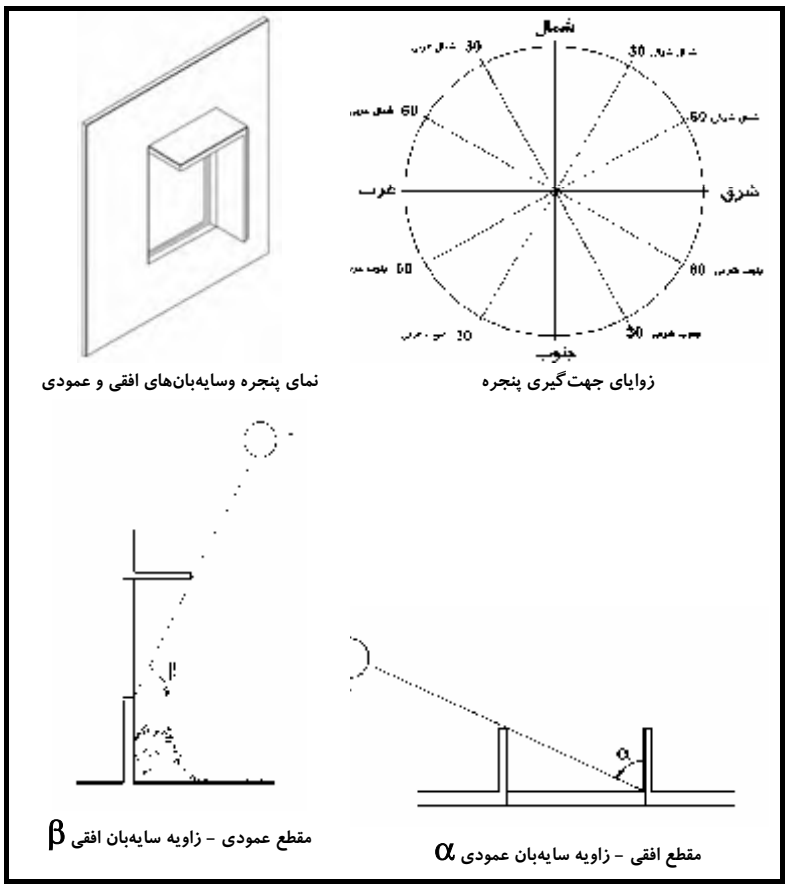
جدول شماره ۸ – زاویه سایه‌بان (افقی α و عمودی β) برحسب موقعیت جغرافیایی ساختمان و جهت‌گیری پنجره

عرض جغرافیایی	نوع سایبان	۲۵°		۲۷°		۲۹°		۳۱°		۳۳°		۳۵°		۳۷°	
		افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۰° تا ۱۸° شمالی	جنوبی	۵۵°	-	۵۵°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	
	شمالی	-	۶۵° در طرفین پنجره	-	۶۵° در طرفین پنجره	-	۷۰° در طرفین پنجره	-	۷۰° در طرفین پنجره	-	۷۰° در غرب پنجره	-	۷۵° در غرب پنجره	-	۷۵° در غرب پنجره
	شرقی	-	متحرک مقابل تمام پنجره		متحرک مقابل تمام پنجره	۲۵°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۰°	-	۵۰°	
	غربی	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره	-	متحرک مقابل تمام پنجره
۱۸° تا ۳۰°	شمال شرقی	-	۴۵° در شرق پنجره	-	۴۵° در شرق پنجره	۵۵°	۵۵° در شرق پنجره	۵۵°	۵۵° در شرق پنجره	۴۰°	۵۵° در شرق پنجره	۴۵°	۴۵° در شرق پنجره	۵۵°	۴۰° در شرق پنجره
	شرقی	-	متحرک مقابل تمام پنجره	۴۰°	متحرک مقابل تمام پنجره	یا		یا		یا		یا		یا	

hom.ir

عرض جغرافیایی	نوع سایبان	۲۵°		۲۷°		۲۹°		۳۱°		۳۳°		۳۵°	
		افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۳۰° جنوب	۴۵°	-	۵۰°	۴۰° و	-	۵۵°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	
۶۰° جنوب شرقی	متحرک مقابل تمام‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	۴۰°	۴۰° در غرب‌پنجره	۴۵°	۴۰° در غرب‌پنجره	۲۵°	۴۰° در غرب‌پنجره	۵۵°	-
۳۰° شمال غربی	متحرک مقابل تمام‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۵° در غرب‌پنجره
۶۰° شمال غربی	متحرک مقابل تمام‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۵° در غرب‌پنجره
۳۰° جنوب غربی	۴۰° و	-	۵۰° و	-	۵۵° و	-	۵۵° و	-	۵۰° و	-	۵۰° و	-	۴۰° و
۶۰° جنوب غربی	متحرک مقابل تمام‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره	-	۴۰° در غرب‌پنجره

hom.ir



شکل شماره ۱ – زاویه سایه‌بان (افقی α و عمودی β) و زوایای جهت پنجره

۱۹-۳-۳-۶ اینرسی حرارتی

برخی عناصر ساختمان مانند کف، سقف یا دیوارها که دارای اینرسی حرارتی یا ظرفیت حرارتی زیاد (جرم زیاد) هستند توانایی ذخیره‌سازی حرارت را در خود دارند. گرما یا سرمای موجود در فضا می‌تواند در اثر وجود ظرفیت حرارتی زیاد، در عنصر مزبور ذخیره شود و در ساعاتی که گرما یا سرما مورد نیاز است به محیط پس داده شود. در نتیجه به کمک ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان از نوسان شدید دما در فضای داخل کاسته خواهد شد. نیاز به عناصر حرارتی با ظرفیت حرارت زیاد بستگی به نوع استفاده از فضا دارد. در

hom.ir

فضاهایی که در طول شبانه‌روز بطور مداوم استفاده می‌شوند اینرسی حرارتی زیاد مطلوب می‌باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت خارجی پوسته ساختمان توصیه می‌گردد. در فضاهای با استفاده منقطع در طول شبانه‌روز، اینرسی حرارتی بهتر است تا حد ممکن کم باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت داخلی پوسته ساختمان توصیه می‌گردد. جزییات مربوط به محاسبه اینرسی حرارتی در پیوست ۱ ارائه شده‌است.

۱۹-۳-۳-۷ تعویض هوا

در این مورد توصیه‌ها در بخش ۱۹-۴-۳ آمده‌است.

hom.ir

۱۹-۴ تاسیسات مکانیکی

علاوه بر رعایت مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، لازم است موارد زیر نیز رعایت گردد :

۱۹-۴-۱ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم گرمایی

۱- ضوابط مطرح در این قسمت فقط در مورد فضاهایی که دمای متعارفی بالای ۱۰ درجه سانتیگراد دارند صادق است.

۲- تمامی سیستم‌های گرمایی و سرمایی باید دارای سیستم تنظیم مناسب باشند، تا دمای داخلی در محل حضور افراد در حدود مجاز مشخص شده که حداکثر ۲۰ درجه در ماه‌های سرد و حداقل ۲۸ درجه در ماه‌های گرم سال است تنظیم شود. در مناطق گرم و مرطوب (ر.ک. به پیوست ۳) ، حداقل ۲۵ درجه در ماه‌های گرم سال باید رعایت گردد.

در بعضی فضاهای بزرگ (با کاربری ویژه، مثلاً صنعتی)، می‌توان از گرمایش موضعی استفاده کرد. در این صورت، منظور از دمای داخل، دمای محل حضور افراد می‌باشد.

برای فضاهای با کاربری ویژه، که محدودهٔ دماهای مشخصی را باید داشته باشند، تنظیم سیستم‌های گرمایی و سرمایی بر اساس همان محدودهٔ مشخص باید صورت گیرد.

۳- هر سیستم گرمایی، برای هر فضای گرم‌شده، باید دارای یک یا چند سیستم قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش بر حسب دمای داخلی فضای مربوطه باشد. لازم به توضیح است سیستم یا سیستم‌های فوق‌الذکر می‌تواند برای چندین فضا مشترک باشد. در صورت تحقق کلیه شرایط زیر، قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش می‌تواند توسط یک سیستم واحد صورت گیرد :

- مساحت کل فضاهای مربوط از ۴۰۰ متر مربع کمتر باشد،
- نحوه استفاده و اشغال فضاها یکسان باشد،
- پایانه‌های حرارتی فضاها مشابه باشد،

hom.ir

- فضاها دارای جهت‌گیری (نحوه استقرار) مشابه باشند،
- شاخص خورشیدی فضاها در یک حد باشد،
-گروه اینرسی حرارتی فضاها یکی باشد

.

۴- اگر گرمایش سطحی بیش از ۵۰۰ متر مربع، شامل چندین فضا، توسط یک سیستم مرکزی صورت گیرد، لازم است علاوه بر سیستم‌های قطع و کنترل اتوماتیک یادشده در بند فوق، یک یا چند سیستم تنظیم اتوماتیک مرکزی گرمایش بر حسب دمای خارجی نیز پیش‌بینی شود. ضمناً، حداکثر سطحی که هر سیستم گرمایی می‌تواند گرم نماید برابر ۵۰۰۰ متر مربع را گرم می‌باشد.

۵- اگر گرمایش توسط سیستم‌های برقی مستقل انجام شود و اگر شامل چندین فضا با متراژی بیش از ۴۰۰ متر مربع باشد، لازم است برای کنترل دمای فضاها تغذیه الکتریکی این دستگاه‌ها بطور اتوماتیک با دمای خارج تنظیم گردد.

۶- در صورت استفاده از سیستم‌های گرمایی مرکب، به جای بندهای ۳، ۴ و ۵ ، لازم است موارد زیر رعایت گردد :

- گرمایش پایه باید شامل یک یا چند سیستم تنظیم اتوماتیک بر حسب دمای خارجی باشد.

- گرمایش تکمیلی باید در هر فضای گرم شده شامل یک یا چند سیستم قطع و تنظیم اتوماتیک گرمایش بر حسب دمای داخلی باشد. سیستم قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش می‌تواند واحد باشد.

۷ – در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بوده و در منطقهٔ با نیاز گرمایی زیاد (مطابق جدول پ-۳) قرار داشته باشد، لازم است تمامی تاسیسات گرمایی فضاهای با کاربری منقطع علاوه بر رعایت بندهای ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ دارای سیستم کنترل دستی و برنامه‌ریزی ساعت‌دار برای دو هدف زیر باشند :

- کارکرد متعارف در زمان اشغال فضاهای مربوطه همراه با سیستم کنترل دما

- توقف در زمان عدم اشغال فضاها، مگر اینکه توقف دستگاه طبق ضوابط ایمنی مجاز نباشد. در ضمن، در زمان راه‌اندازی قبل از اشغال فضاها، سیستم گرمایی باید بتواند با قدرت حداکثر فعال گردد.

hom.ir

چنین سیستم گرمایی نمی تواند بین چند فضا مشترک باشد مگر اینکه :

- زمان و نحوه اشغال فضاها مشابه باشد،
- ضریب انتقال حرارت H_i هریک از فضاها از $0.4V_i$ کمتر باشد. V_i حجم فضای شماره i (به متر مکعب) می‌باشد.
- گروه اینرسی فضاها یکی باشد

۸ - اگر مساحت فضا یا فضاهای گرم‌شده از ۴۰۰ متر مربع بیشتر باشد، توصیه می‌شود سیستمی برای ارزیابی میزان مصرف انرژی جهت گرمایش و تامین آب گرم مصرفی (همانند کنتور) نیز پیش‌بینی شود. برای فضاهای گروه ۱ از نظر میزان نیاز به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با زیربنای بیش از ۱۰۰۰ مترمربع، که در مناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، رعایت این بند الزامی است.

۹ - در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای الحاقی آن هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر لازم‌الاجرا خواهد بود:

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از ۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است که سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۰- به‌طور کلی، لازم است تأسیسات گرمایش (مانند دیگ)، مخزن‌های آب‌گرم و مدارهای گردش آب عایق‌کاری شده و در معرض هوای آزاد قرار نداشته‌باشند[1].

۱۹-۴-۲ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم سرمایی

۱ - ضوابط ارائه شده در این قسمت مربوط به سیستم‌هایی است که برای تامین آسایش حرارتی در ماه‌های گرم سال، با تهویه مطبوع هوا، طراحی گردیده‌اند. ضوابط ارائه‌شده در این بخش در موارد زیر اجباری نمی‌باشد :

۱ در داخل فضاهای ساختمان باشند

hom.ir

- سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری از قبیل کولر آبی
- سیستم‌هایی که به دلیل کاربری خاصی، دما و رطوبت هوا را در حدی غیر از حد پیش‌بینی شده برای آسایش حرارتی افراد کنترل نماید، از قبیل سیستم‌های تهویه مورد نیاز در برخی فضاهای صنعتی

۲ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ یا ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی بوده و در منطقهٔ با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار داشته باشد، و هیچ سیستمی برای محدود کردن میزان تولید سرمایش بر حسب شرایط خارجی وجود نداشته باشد، و سیستم سرمایی برای یک یا چند فضا با مساحتی بیش از ۴۰۰ متر مربع پیش‌بینی شده‌باشد، لازم است درهای خارجی مجهز به سیستمی برای بسته‌شدن بصورت خودکار باشند و یکی از موارد زیر نیز رعایت گردد:

- در زمان فعالیت سیستم‌های سرمایی، تمامی بازشوهای خارجی در حالت بسته باشند و امکان بازنگهداشتن آنها توسط ساکنین وجود نداشته‌باشد. در ضمن، این امر نباید مغایرتی با ضوابط ایمنی ساکنین داشته‌باشد.
- سیستمی برای توقف اتوماتیک سرمایش در صورت بازماندن طولانی بازشوهای خارجی پیش‌بینی شده‌باشد.

۳ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ، و در منطقهٔ با نیاز سرمایی زیاد باشد، تمامی سیستم‌های تهویه مطبوع باید مجهز به سیستم‌های توقف و تنظیم اتوماتیک سرمایش برحسب دمای داخل فضا یا فضاهاباشند.

در دو حالت زیر، سیستم‌های یادشده می‌تواند برای چندین فضا مشترک باشد :

- اگر مساحت کل فضاهای مربوط کمتر از ۴۰۰ متر مربع و کنترل سرمایش برحسب دمای خارج صورت گیرد
- اگر مساحت کل کمتر از ۱۰۰ متر مربع باشد و هیچ سیستم کنترل برحسب دمای خارج پیش‌بینی نشده باشد.

در ضمن، لازم است شرایط زیر در مورد فضاهای مربوط محقق گردد :

- کاربری یکسان فضاها
- نحوه استقرار یکسان فضاها
- شاخص خورشیدی یکسان
- گروه اینرسی حرارتی یکسان

hom.ir

لازم به ذکر است قطع و کنترل اتوماتیک سرمایش می‌تواند توسط سیستمی واحد صورت گیرد.

۴ - سرمایش و گرمایش همزمان هر فضای واحد غیر مجاز است، مگر در صورتی که از گرمایش تولید شده (بصورت همزمان) برای سرمایش در محل دیگری استفاده گردد، بدون اینکه مصرف کل انرژی افزایش یابد. به‌عنوان مثال، این مسئله در هسته مرکزی ساختمان‌های بلند مطرح می‌باشد.

۵ - در ماه‌های سرد سال، در صورتی که نیاز به تنظیم رطوبت هوای تازه باشد، این تنظیم باید بدون استفاده از سیستم‌های سرمایی صورت گیرد.

۶ – در ساختمان‌های گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در مناطق با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳)، در صورتی که توان کل مصرفی سیستم‌های سرمایی بالای ۵۰ کیلووات باشد، لازم است سیستمی جهت تعیین میزان مصرف انرژی سیستم سرمایی کل ساختمان پیش‌بینی گردد.

۷ - در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای الحاقی، آن‌هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر، لازم‌الاجرا خواهد بود :

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از ۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است که سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۹-۴-۳ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم تهویه و تعویض هوا

۱۹-۴-۳-۱ ضوابط کلی

۱- ضوابط ارائه شده در این قسمت تنها در مورد فضاهایی که دمای زمان اشغال بالای ۱۰ درجه است، لازم‌الاجرا می‌باشد. این ضوابط نباید با ضوابط و مقررات بهداشت تناقض داشته‌باشند.

hom.ir

۲ - در این قسمت، سیستم تهویه به سیستمی اطلاق می‌شود که دارای مجاری انتقال مکانیکی هوا و مجاری مکش طبیعی به خارج ساختمان و احتمالاً مجاری ورود طبیعی هوا به داخل ساختمان باشد.

۳ - زمانی که چند فضای متوالی توسط یک سیستم واحد با یک جریان مشخص از هوای تازه تهویه می‌شوند، باید روش بکاررفته مطابق ضوابط بهداشت، ایمنی و صدابندی ساختمان‌ها باشد.

۴ - میزان تعویض هوا در صورت استفاده از سیستم‌های گرمایی یا سرمایی، نباید از ۱.۲ برابر مقادیر حداقل برای تامین شرایط بهداشتی بیشتر باشد. در صورتی که همان هوای تازه از چندین فضا عبور می‌نماید، دبی تعویض هوا باید از دو مقدار زیر بزرگتر باشد :

- دبی بدست آمده با درنظر گرفتن نوع تجهیزات و مواد آلاینده هوا و با توجه به کاربری فضاها
- دبی بدست آمده با درنظر گرفتن کل افراد اشغال کننده تمامی فضاها

در صورتی که سیستمی برای بازیافت انرژی از هوای خارج شده از ساختمان پیش‌بینی شده‌باشد، دبی حداکثر بدست آمده می‌تواند از دبی حداکثر تعیین‌شده در فوق (۱.۲ برابر مقادیر حداقل) بیشتر باشد.

۵ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ یا ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد، و نوع و زمان اشغال فضاها تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، لازم است بصورت مستقل تهویه گردند.

۶ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد، در زمان‌های عدم اشغال یا عدم آلودگی فضاها، سیستم تهویه باید قابلیت توقف را داشته‌باشد.

۷ - در صورتی که فضا یا مجموعه‌ای از فضاها دارای آلاینده خاصی باشد، و در حالتی که در بیش از ۵۰٪ اوقات، میزان آلودگی هوا کمتر از ۵۰٪ آلودگی متعارف باشد، دبی تهویه باید قابلیت کم شدن تا ۵۰ ٪ دبی متعارف را داشته‌باشد.

۸ - در صورتی که در زمان کارکرد سیستم گرمایی، امکان محدود شدن دبی به میزان مجاز وجود داشته‌باشد، در زمان‌های خاص (فصول معتدل)، سیستم تهویه می‌تواند دبی‌هایی بیش از میزان پیش‌بینی شده در بند ۴ فوق را نیز تأمین نماید.

hom.ir

۹ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد و موتورهای تهویه هوا قدرتی بیش از ۴ کیلووات (یا ۵.۵ اسب بخار) داشته‌باشد، لازم خواهدبود یک سیستم برای تعیین میزان مصرف انرژی سیستم تهویه پیش‌بینی گردد.

۱۰ - در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای قسمت الحاقی، آن‌هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر، لازم‌الاجرا خواهد بود :

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از ۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۹-۴-۳-۲ ملاحظات ویژه در مورد کیفیت درزبندی بازشوها

در صورتی‌که ساختمان با استفاده از اصول درزبندی بنا اجرا شده‌باشد، به گونه‌ای که میزان تهویه ناخواسته هوا[1] در یک واحد نمونه در داخل بنا از یک حجم تعویض هوا در ساعت تحت شرایط عادی جوی بیشتر نباشد، ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$ در بند ۱۹-۳-۱-۱ می‌تواند تا ۱۰٪ حجم مفید ساختمان افزایش یابد. در این صورت می‌بایست از پنجره‌های با کیفیت مرغوب و با درزبندی کامل استفاده نمود که به تأیید مراجع ذی‌صلاح رسیده‌باشد.

بدیهی است در این حالت نیز میزان تهویه باید در حدی باشد که شرایط بهداشت افراد داخل ساختمان تأمین گردد.

۱۹-۴-۴ تامین آب گرم مصرفی

۱۹-۴-۴-۱ سیستم‌های انفرادی

۱ – بطور کلی، لازم است منبع ذخیره آب گرم و نیز لوله‌های توزیع آن در داخل ساختمان قرار گرفته باشد.

---

۱. infiltration

hom.ir

۲ - در صورت استفاده از منابع انرژی غیر برقی برای تامین آب گرم مصرفی، لازم است میزان مقاومت عایق‌کاری منبع ذخیره آب‌گرم بیش از $۱[m^۲.k/w]$ باشد و لوله‌های مدار توزیع آب گرم نیز با عایق‌حرارت با مقاومت حداقل $۰/۸۵[m^۲.k/w]$ پوشیده شده‌باشند.

۳ - در صورت استفاده از منابع انرژی برقی برای تامین آب گرم مصرفی، لازم است لوله‌های مدار توزیع آب گرم با عایق‌حرارت با مقاومت حداقل $۰/۸۵[m^۲.k/w]$ پوشیده شده‌باشند و حداکثر اتلاف انرژی منبع مطابق جدول زیر باشد :

ظرفیت (لیتر)	اتلاف (وات‌ساعت بر لیتر بر درجه در روز)
۱۰۰ و کمتر از آن	۰.۳۲
۱۰۱ تا ۱۹۹	۰.۲۳
۲۰۰ و بیش از آن	۰.۲۲

جدول شماره ۱۰ - میزان اتلاف حرارت حداکثر مخزن آب‌گرم مصرفی بر حسب ظرفیت اسمی آن (برای سیستم برقی)

۱۹-۴-۴-۲ سیستم‌های مشترک برای چندین فضا

در صورتی‌که سیستم تامین آب گرم مصرفی برای چندین فضا پیش‌بینی شده‌باشد، لازم است سیستم تولید آب گرم غیربرقی بوده و در فضای داخل ساختمان قرار داشته‌باشد.

در ضمن توصیه می‌شود سیستم تولید آب گرم مستقل از سیستم گرمایش ساختمان طراحی شود.

hom.ir

۱۹-۵ روشنایی

علاوه بر رعایت مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در سیستم روشنایی، لازم است توصیه‌ها و مقررات زیر نیز مدنظر قرار گیرد :

۱۹-۵-۱ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی- کلیات

در فضاهای پر تردد ساختمان‌های عمومی، باید حداقل یک منبع روشنایی با لامپ‌های کم مصرف وجود داشته‌باشد. اگر بیش از یک منبع روشنایی در آن فضا باشد، کلید روشنایی لامپ‌های کم مصرف باید در محل‌های ورودی فضا باشد.

برای روشنایی در آشپزخانه‌ها توصیه می‌شود لامپ‌های کم‌مصرف استفاده شود. کلید مربوط به روشنایی اصلی آشپزخانه باید در نزدیک‌ترین نقطه باشد. این الزام در مورد سایر روشنایی‌ها که صرفاً برای مقاصد تزیینی استفاده می‌شود وجود ندارد.

تمامی سیستم‌های روشنایی نصب‌شده درون سقف‌های دارای عایق‌حرارت که از لامپ‌های کم مصرف استفاده نمی‌کنند باید دارای رفلکتورهایی باشند که مانع از اتلاف انرژی روشنایی بصورت گرما در سقف گردند.

در طراحی سیستم‌های روشنایی ساختمان، محدوده شدت روشنایی معین شده در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان باید کاملاً رعایت گردد.

۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی لازم

۱۹-۵-۲-۱ سیستم‌های کنترل فضاها

هر فضایی که با دیوار جداکننده تا زیر سقف محاط شده‌باشد باید یک کلید جداگانه داشته‌باشد. این کلید یا سیستم کنترل باید :

۱- برای افراد مجاز قابل دسترس باشد

hom.ir

۲- جایی نصب شده‌باشد که بتوان چراغ‌های آن فضا راتوسط کلید مزبور روشن و خاموش نمود و روشن یا خاموش بودن چراغها از محل کلید قابل رویت باشد.

۱۹-۵-۲-۲ سیستم‌های کاهش میزان روشنایی

روشنایی فضاهای محصوری که مساحتی برابر ۱۰ متر مربع یا بیشتر داشته و بار روشنایی آن بیش از ۱۲ وات بر متر مربع باشد و توسط بیش از یک منبع صورت گیرد باید به نحوی کنترل گردد که بار روشنایی چراغها تا نصف قابل کاهش باشد، ضمن اینکه همچنان سطح روشنایی یکنواختی در تمام فضا تامین گردد. کاهش روشنایی بصورت یکنواخت باید به یکی از طرق زیر تامین گردد :

۱- استفاده از کاهش‌دهنده‌های نور[۱] برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی

۲- کنترل ردیف‌های زوج و فرد توسط دو کلید

۳- تامین کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه‌لامپی

۴- تامین کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعه

در موارد استثنای زیر لزومی برای رعایت این بند وجود ندارد :

الف- چراغ‌هایی که با سیستم‌های تشخیص حضور کنترل می‌شود

ب- چراغ‌های راهروها

ج- چراغ‌هایی که با سیستم‌های زمان‌دار قابل تنظیم هستند و بصورت خودکار خاموش می‌شوند

۱۹-۵-۲-۳ فضاهایی که روشنایی آنها با نور طبیعی تأمین می‌شود

در مورد فضاهای محصور که در طول روز از نور طبیعی کافی بهره‌مند می‌شوند و بیش از ۲۵ مترمربع مساحت دارند توصیه‌های زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- حداقل یک سیستم کنترل نور مصنوعی داشته باشندکه سیستم‌های روشنایی را صرفاً در قسمتی که از نور طبیعی بهره می‌گیرد کنترل نماید.

---

۱. Dimmer

hom.ir

۲- حداقل ۵۰٪ لامپ‌های روشنایی موجود در فضاهای فوق را، بصورتی که در بند ۱۹-۵-۲-۲ تشریح گردیده‌است، کنترل نماید. کنترل سایر روشنایی‌های فضاهای غیربهره‌مند از نور طبیعی می‌تواند به هر طریق مجاز دیگری صورت گیرد.

در موارد استثنای زیر لزومی به رعایت مفاد این بند نیست :

الف- در صورتی که نسبت سطح شیشه‌خور بخش نورگیر به سطح کل (عمودی یا افقی) کمتر از ۰.۲ برای سطوح عمودی و ۰.۰۲ برای سطوح افقی باشد.

ب- در صورتی که موانع طبیعی یا مصنوعی (درخت، ساختمان، ...) از رسیدن روشنایی روز به جدارهای نورگذر جلوگیری نمایند.

۱۹-۵-۲-۴ کنترل خاموش کردن روشنایی

در هر طبقه، تمامی سیستم‌های روشنایی باید توسط یک کلید مرکزی دستی قابل کنترل باشد و برای ساختمان‌های اداری، به‌جای آن می‌توان از یک کلید اتوماتیک و به‌روش تشخیص حضور ، یا بصورت زمانی و یا با سیستم اتوماتیک دیگری که قابل کنترل باشد استفاده کرد.

در موارد زیر رعایت این ضابطه لازم نیست :

الف- ساختمان یا فضای مستقلی از آن که متراژی کمتر از ۵۰۰ متر مربع دارد.

ب- روشنایی راهروها، لابی‌ها و فضاهای ورودی در ساختمان‌های بلند (مسکونی، هتل، ...).

ج- در مورد سیستم روشنایی به میزان حداکثر نیم‌وات بر متر مربع مانند روشنایی اضطراری که معمولاً به دلایل ایمنی پیش‌بینی شده‌است.

د- فروشگاه‌ها و مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها، مساجد، تئاترها، سینماها و ساختمان‌های مشابه

۲- در صورتی که یک سیستم کلیدی زمانی پیش‌بینی شده‌باشد، باید شرایط زیر برقرار باشد:

- براحتی در دسترس باشد
- در جایی واقع شده‌باشد که شخص استفاده‌کننده بتواند به‌راحتی حدس بزند کلید مربوطه کدام فضا را روشن می‌نماید

hom.ir

- بصورت دستی نیز کار کند
- اجازه‌دهد روشنایی حداکثر ۲ ساعت روشن باقی بماند
- فضایی کمتر از ۵۰۰ متر مربع را کنترل نماید

۳- در مجتمع‌های تجاری، سالن‌های سخنرانی، فروشگاه‌های مستقل، استادیوم‌ها، و ساختمان‌های مشابه، فضای کنترل شده توسط هر سیستم کلیدی زمانی باید کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع (به‌جای ۵۰۰ متر مربع فوق) باشد.

۴- در صورتی که از یک سیستم برنامه‌ریزی (زمانی) استفاده شود، باید قابلیت دادن برنامه‌های خاص برای روزهای تعطیل را داشته‌باشد تا بتوان در روزهای تعطیل تمامی سیستم‌های روشنایی را خاموش نگه داشت.

hom.ir

پیوست ۱ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن لازم است در وهله اول جرم سطحی مفید جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. میزان جرم جدار که در تعیین گروه اینرسی حرارتی دیوار در نظر گرفته‌می‌شود به موقعیت جدار و لایه‌های مختلف تشکیل دهنده آن بستگی دارد. در قسمت بعدی این پیوست، روش محاسبه جرم سطحی مفید جدار در حالت‌ها و موقعیت‌های مختلف ارائه می‌گردد.

بعد از تعیین جرم سطحی جدارهای مختلف، جرم مفید کل ساختمان (یا بخشی از آن) M محاسبه می‌گردد و در پایان، مقدار جرم سطحی مفید ساختمان m_a (بر مبنای یک متر مربع از مساحت مفید ساختمان) تعیین می‌گردد.

پ ۱-۱ تعیین جرم سطحی مفید جدار

پ ۱-۱-۱ جرم سطحی مفید جدار پوسته خارجی در تماس با فضای خارج

در صورتی که جدار پوسته خارجی ساختمان یا بخشی از آن فاقد عایق‌حرارت باشد، یا اگر جدار با عایق همگن (بلوک مجوف، ...) باشد، در محاسبه جرم مفید سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که حد فاصل عایق حرارتی و فضای داخل قرار دارد در محاسبه جرم مفید جدار و تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن در نظر گرفته می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مفید محاسبه‌شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به این مقدار محدود می‌شود.

hom.ir

پ ۱-۱-۲ جرم سطحی مفید جدار مجاور خاک

جرم سطحی مفید بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بسته مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، مساوی ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت قرار دارد در محاسبه جرم سطحی مفید جدار در نظر گرفته می‌شود. اگر جرم سطحی مفید محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به این مقدار محدود می‌شود.

پ ۱-۱-۳ جرم سطحی مفید جدار در تماس با ساختمان مستقل دیگر یا فضای کنترل نشده

جرم سطحی مفید جدارهای درتماس با ساختمان مستقل دیگر یا فضایی کنترل‌نشده (راه‌پله، پارکینگ، انبار، ...) ، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، مساوی با نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت مساوی با جرم سطحی بخشی از لایه‌های جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت قرار دارد در نظر گرفته می‌شود.

پ ۱-۱ -۴ جرم سطحی مفید جدارهایی که در داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌اند

جرم سطحی مفید جدارهایی که در داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌اند، مساوی با جرم سطحی جدار است در صورتی که مقدار آن از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع کمتر باشد، و در غیر این صورت مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد.

پ ۱-۲ محاسبه جرم سطحی مفید ساختمان (یا بخشی از آن) بر مبنای واحد سطح مفید کف آن

اگر m_i جرم سطحی مفید قسمت i از پوسته خارجی ساختمان و A_i سطح مربوط به آن باشد، جرم مفید ساختمان برابر است با :

$$M = \Sigma (m_i . A_i)$$

hom.ir

بدین ترتیب، جرم سطحی مفید ساختمان (یا بخشی از آن) m_a بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید ساختمان (یا بخشی از آن) A_h آن با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد :

$m_a = \Sigma / A_h$

پ ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن، مطابق جدول زیر تعیین می‌گردد :

گروه اینرسی	جرم سطحی مفید ساختمان بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید آن m_a (kg/m^2)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

جدول شماره ۱۱ - گروه اینرسی حرارتی ساختمان بر حسب جرم سطحی مفید ساختمان (بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید)

hom.ir

پیوست ۲ روش محاسبه شاخص خورشیدی و تعیین گروه‌بندی مربوط به شاخص خورشیدی

طراح می‌تواند در صورت تمایل از این ضریب برای ساختمان‌های گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی و در مناطق با نیاز گرمایی زیاد کشور (مطابق پیوست ۳) استفاده نماید.

شاخص خورشیدی ساختمان یا بخشی از ساختمان با علامت I_S نشان داده‌می‌شود، و با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$I_s = \Sigma(A_i.S_i.\sigma_i) / V$$

به عبارت دیگر، شاخص خورشیدی مساوی با مجموع سهم مربوط به هر بخش نورگذر i از پوسته خارجی است که با سطح افقی زاویه‌ای بیش از ۶۰درجه تشکیل می‌دهد. برای هر قسمت پوسته نورگذر تعاریف مقادیر ذکر شده در رابطه بالا به شرح زیر است :

A_i : مساحت بخش نورگذر i پوسته خارجی ساختمان به مترمربع

S_i : ضریب انتقال خورشیدی (مساوی با نسبت انرژی عبور داده شده به انرژی تابیده‌شده) برای بخش نورگذر i مطابق جدول شماره ۱۲

σ_i : ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نورگذر مطابق جدول شماره ۱۳

V : حجم کل انتقال کنترل شده ساختمان یا بخش مورد نظر

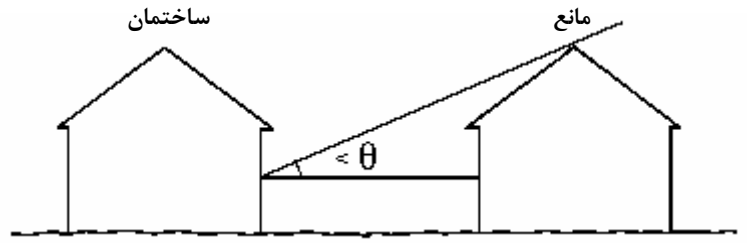
hom.ir

نوع شیشه	ساده		رنگی ساده			رنگی انعکاسی			مشجر	دوجداره
رنگ	بیرنگ		سبز	برنزی	آبی	آبی	برنزی	جیوه‌ای	بیرنگ	بیرنگ
ضخامت (میلیمتر)	۴	۶	۶	۴	۶	۶	۶	۶	۴	۶-۴
S_i	۰.۸۶	۰.۸۳	۰.۶۲	۰.۷۰	۰.۶۲	۰.۳۳	۰.۲۴	۰.۲۳	۰.۳۳	۰.۵۲

جدول شماره ۱۲ – مقادیر ضریب انتقال خورشیدی برای انواع مختلف شیشه‌های ساختمانی متعارف

زاویه متوسط رویت موانع روبروی پوسته (θ) (مطابق شکل شماره ۲)	موقعیت و جهت[1] سطح نورگذر				
	جنوب	شرق	غرب		شمال
			فضاهای بااستفاده مداوم	فضاهای با استفاده منقطع	
کمتر از ۱۵ درجه	۱.۰	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۳
بزرگتر یا مساوی ۱۵ درجه و کمتر از ۲۵ درجه	۰.۶	۰.۴	۰.۴	۰.۳	۰.۲
بزرگتریا مساوی ۲۵ درجه	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰

جدول شماره ۱۳ – مقادیر ضریب کاهش σ_i مربوط به موقعیت سطح نورگذر



شکل شماره ۲ - زاویه رویت موانع روبروی سطوح نورگذر

۱ جهت‌ها به روش زیر تعیین می‌گردند :
جنوب : جهت‌های بین جنوب شرقی و جنوب غربی
شرق : جهت‌ها بین شمال شرقی و جنوب شرقی
غرب : جهت‌های بین شمال غربی و جنوب غربی
شمال : جهت‌های بین شمال شرقی و شمال غربی

hom.ir

پیوست ۳ گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی – سرمایی سالانه محل ساختمان

گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی ـ سرمایی سالانه محل ساختمان

	نام شهر	نیاز انرژی	نیازگرمایی زیاد	نیازسرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۱	آبادان	زیاد		×	
۲	آبادچی ـ فریدن	زیاد	×		
۳	آباده	متوسط	×		
۴	آبعلی	زیاد	×		
۵	آجی‌چای	زیاد			
۶	آزادشهر	کم			×
۷	آستارا	متوسط	×		
۸	آغاجاری	زیاد		×	
۹	آمل	کم			
۱۰	آوج	زیاد	×		
۱۱	احمدآباد ـ درودزن	متوسط	×		
۱۲	احمدوند	متوسط	×		
۱۳	اختحوان گلپایگان	زیاد	×		
۱۴	اراک	متوسط	×		
۱۵	اردبیل	زیاد	×		
۱۶	اردستان	متوسط	×		
۱۷	اردکان ـ فارس	متوسط	×		
۱۸	ارومیه	زیاد	×		
۱۹	استور	متوسط	×		
۲۰	اسدآباد ـ بیرجند	متوسط	×		
۲۱	اسکو	زیاد	×		
۲۲	اصفهان	متوسط	×		
۲۳	افراچال	کم			

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی زیاد	نیاز سرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۲۴	امام فیس	زیاد	×		
۲۵	امین‌آباد	متوسط	×		
۲۶	انارک	کم			
۲۷	اندیمشک	زیاد		×	
۲۸	اهر	زیاد	×		
۲۹	اهواز	زیاد		×	
۳۰	اهواز ـ ملاثانی	زیاد		×	
۳۱	ایرانشهر	زیاد		×	
۳۲	ایلام	متوسط	×		
۳۳	ایوانکی	متوسط			
۳۴	بابل	کم			
۳۵	بابلسر	کم			
۳۶	باختران	متوسط	×		
۳۷	باراندوز چای	زیاد	×		
۳۸	بار نیشابور	زیاد	×		
۳۹	باغ ملک	متوسط			×
۴۰	بافت	متوسط	×		
۴۱	بجستان	متوسط	×		
۴۲	بجنورد	متوسط	×		
۴۳	بستان‌آباد	زیاد	×		
۴۴	بم	کم			
۴۵	بمپور	زیاد		×	×
۴۶	بندر انزلی	کم			
۴۷	بندر دیر	زیاد		×	×
۴۸	بندر عباس	زیاد		×	×
۴۹	بندر لنگه	زیاد		×	×
۵۰	بندر ماهشهر	زیاد		×	×
۵۱	بن سیدان	متوسط		×	
۵۲	بنکوه	کم			
۵۳	بوشهر	زیاد		×	×
۵۴	بویین‌زهرا	متوسط	×		
۵۵	بیاضه بیابانک	کم			
۵۶	بی‌بالان	کم	×		

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیازگرمایی زیاد	نیازسرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۵۷	بیرجند	کم			
۵۸	بیجار	زیاد	×		
۵۹	پارس‌آباد مغان	متوسط	×		
۶۰	پل زمانخان	متوسط	×		
۶۱	پل کله	متوسط	×		
۶۲	پیلمبرا	کم			
۶۳	تازه کند	زیاد	×		
۶۴	تاشکویه کله‌گاه	متوسط		×	
۶۵	تاکستان	متوسط	×		
۶۶	تبریز	زیاد	×		
۶۷	تجریش	متوسط	×		
۶۸	تربت حیدریه	متوسط	×		
۶۹	تفرش	زیاد	×		
۷۰	تنگ پنج	زیاد		×	
۷۱	تهران ـ پارک شهر	متوسط	×		
۷۲	تهران ـ دوشان‌تپه	متوسط	×		
۷۳	تهران ـ سعدآباد	متوسط	×		
۷۴	تهران ـ مهرآباد	متوسط	×		
۷۵	تهران ـ نارمک	متوسط	×		
۷۶	تهران ـ نمایشگاه	متوسط	×		
۷۷	جاسگ	زیاد		×	×
۷۸	جزیره خارک	زیاد		×	
۷۹	جزیره قشم	زیاد		×	
۸۰	جلفا	متوسط	×		
۸۱	جیرفت	متوسط			×
۸۲	چابهار	زیاد		×	×
۸۳	چغارت	متوسط			
۸۴	چناران	متوسط	×		
۸۵	حاجی‌آباد ـ بندر عباس	متوسط			
۸۶	حجت‌آباد ـ پیشکوه	متوسط		×	
۸۷	حمیدیه	زیاد		×	×
۸۸	حنا	زیاد	×	×	

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیازگرمایی زیاد	نیازسرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۸۹	خاش	متوسط			
۹۰	خرم‌آباد	کم			
۹۱	خرم‌آباد تنکابن	کم	×		
۹۲	خرمشهر	زیاد		×	×
۹۳	خشکه‌داران	متوسط	×		
۹۴	خفر	متوسط			
۹۵	خوانسار	زیاد	×		
۹۶	خور بیابانک	کم			
۹۷	خوی	زیاد	×		
۹۸	داراب	متوسط			
۹۹	داشبند بوکان	زیاد	×		
۱۰۰	دامغان	متوسط	×		
۱۰۱	دامنه فریدن	زیاد	×		
۱۰۲	دره تخت	زیاد	×		
۱۰۳	درگز	متوسط	×		
۱۰۴	درود	متوسط	×		
۱۰۵	دزفول	زیاد		×	
۱۰۶	دشت ناز	کم			
۱۰۷	ده صومعه	متوسط	×		
۱۰۸	دیهوک	کم			
۱۰۹	ذوب‌آهن اصفهان	متوسط	×		
۱۱۰	رامسر	کم			
۱۱	رامهرمز	زیاد		×	×
۱۱۲	رشت	کم			
۱۱۳	رودبار	کم			
۱۱۴	زابل	متوسط		×	
۱۱۵	زاهدان	کم			
۱۱۶	زردگل سرخ‌آباد	متوسط	×		
۱۱۷	زنجان	زیاد	×		
۱۱۸	ساوه	متوسط			
۱۱۹	سبزوار	متوسط	×		
۱۲۰	سپیددشت	کم			
۱۲۱	سراب	زیاد	×		

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیازگرمایی زیاد	نیازسرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۱۲۲	سراوان	زیاد		×	
۱۲۳	سرخس	متوسط	×		
۱۲۴	سرکت تجن	کم			
۱۲۵	سقز	زیاد	×		
۱۲۶	سمنان	متوسط			
۱۲۷	سنگ‌تراش	متوسط	×		
۱۲۸	سنگ‌سوراخ	متوسط	×		
۱۲۹	سنندج	متوسط	×		
۱۳۰	سوباشی	زیاد	×		
۱۳۱	شاهرود	متوسط	×		
۱۳۲	شبانکاره	زیاد		×	×
۱۳۳	شمس‌آباد	زیاد	×		
۱۳۴	شمعون	متوسط		×	
۱۳۵	شوش	متوسط		×	
۱۳۶	شوشتر	زیاد		×	
۱۳۷	شهرکرد	زیاد	×		
۱۳۸	شیراز	کم			
۱۳۹	شیرگاه	کم	×		
۱۴۰	شیروان ـ بروجرد	زیاد	×		
۱۴۱	طبس	متوسط			
۱۴۲	طرق کریتان	متوسط	×		
۱۴۳	عباس‌آباد ـ قم	متوسط	×		
۱۴۴	عدل	زیاد	×		
۱۴۵	فردوس	متوسط	×		
۱۴۶	فسا	کم			
۱۴۷	فومن	کم			
۱۴۸	فیروزآباد ـ خلخال	زیاد	×		
۱۴۹	قائم‌شهر	کم			
۱۵۰	قاین	متوسط	×		
۱۵۱	قرآن تالار	کم			
۱۵۲	قره آغاج	زیاد	×		
۱۵۳	قزوین	متوسط	×		
۱۵۴	قصرشیرین	متوسط			

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیازگرمایی زیاد	نیازسرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۱۵۵	قطورچای	متوسط	×		
۱۵۶	قم	کم			
۱۵۷	قمشه	متوسط	×		
۱۵۸	قوچان	زیاد	×		
۱۵۹	کازرون	زیاد		×	
۱۶۰	کاشان	متوسط			
۱۶۱	کاشمر	متوسط			
۱۶۲	کرمان	متوسط	×		
۱۶۳	کرند	متوسط	×		
۱۶۴	کره‌سنگ	کم			
۱۶۵	کشف‌رود	متوسط	×		
۱۶۶	کویتان صفی‌آباد	متوسط		×	
۱۶۷	گتوند	زیاد		×	
۱۶۸	گچساران	کم			
۱۶۹	گرگان	کم			
۱۷۰	گرگان ـ آشتیان	زیاد	×		
۱۷۱	گرمسار ـ داورآباد	متوسط	×		
۱۷۲	گلمکان	متوسط	×		
۱۷۳	گناباد	متوسط			
۱۷۴	گنبد قابوس	کم			×
۱۷۵	گرگین ـ خبر	کم			
۱۷۶	گوشه نهاوند	متوسط	×		
۱۷۷	لار ـ پلور	زیاد	×		
۱۷۸	لار ـ فارس	متوسط			×
۱۷۹	لاهیجان	کم			
۱۸۰	لتیان	متوسط	×		
۱۸۱	لردگان	متوسط	×		
۱۸۲	لیقوان	زیاد	×		
۱۸۳	ماکو	زیاد	×		
۱۸۴	مراغه	زیاد	×		
۱۸۵	مرند	زیاد	×		
۱۸۶	مرودشت	کم			
۱۸۷	مسجدسلیمان	زیاد		×	

hom.ir

	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی زیاد	نیاز سرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۱۸۸	مشهد	متوسط	×		
۱۸۹	مشیران	متوسط	×		
۱۹۰	ملایر	متوسط	×		
۱۹۱	موچان	زیاد	×		
۱۹۲	مهاباد	زیاد	×		
۱۹۳	مهرگرد	زیاد	×		
۱۹۴	میاندوآب	زیاد	×		
۱۹۵	میانه	زیاد	×		
۱۹۶	میرجاوه	متوسط			
۱۹۷	میمه	زیاد	×		
۱۹۸	میناب	زیاد		×	×
۱۹۹	نائین	متوسط	×		
۲۰۰	نجف‌آباد	متوسط	×		
۲۰۱	نطنز	متوسط	×		
۲۰۲	نورآباد ممسنی	کم			
۲۰۳	نوژیان	زیاد	×		
۲۰۴	نوشهر	کم			
۲۰۵	نیریز	کم			
۲۰۶	نیشابور	متوسط	×		
۲۰۷	ورامین	متوسط	×		
۲۰۸	ورزنه	متوسط	×		
۲۰۹	ولدآباد	متوسط	×		
۲۱۰	هفت‌تپه	متوسط		×	
۲۱۱	همدان ـ نوژه	زیاد	×		
۲۱۲	همگین	زیاد	×		
۲۱۳	همند ـ آب‌سرد	زیاد	×		
۲۱۴	هوتن	متوسط			
۲۱۵	هویزه	زیاد		×	×
۲۱۶	یزد	کم			

hom.ir

پیوست ۴ گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

گروه‌بندی کاربری در این مبحث براساس سه عامل زیر تعیین شده‌است :

۱- نوع تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز

۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان

نوع کاربری الف	مسکونی، بیمارستان، هتل، مهمانسرا، آسایشگاه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه .
نوع کاربری ب	ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانه بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، مجتمع فنی – حرفه‌ای، سالن غذاخوری، دانشسرا و مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، ساختمان اداری یا تجاری بزرگ، کتابخانه.
نوع کاربری ج	اردوگاه جهانگردی، بنای یادبود، ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، استادیوم ورزشی سرپوشیده، فروشگاه، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تأتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، کارخانه صنعتی اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیه زمینی، ساختمان میدانهای میوه و تره‌بار، ایستگاه فرعی مترو ترمینال راه‌آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه.

hom.ir

پیوست ۵ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها (از پیوست ۴)	نیاز انرژی گرمایی- سرمایی محل (جغرافیایی) ساختمان (از پیوست ۳)	شهرهای بزرگ (براساس بند ۱۹-۲-۲-۴)		شهرهای کوچک (براساس بند ۱۹-۲-۲-۴)	
		زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای بیش از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای بیش از ۱۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه ۱	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۲
	متوسط	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۳
	کم	گروه ۳	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۴
نوع ب	زیاد	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۲
	متوسط	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۳
	کم	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۴
نوع ج	زیاد	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲
	متوسط	گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳
	کم	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴
نوع د	زیاد	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴
	متوسط	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴
	کم	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴

hom.ir

پیوست ۶ مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل به‌انگلیسی	علامت	واحد
۱	حرارت، مقدار حرارت	Heat, quantity of heat	Q	J
۲	توان حرارتی مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود : $\Phi = dQ / dt$	Heat flow rate	Φ	W
۳	ضریب هدایت حرارتی (قابلیت هدایت حرارتی) توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد وقتی که اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه یک درجه باشد: $q = - \lambda . grad\ T$	Thermal conductivity	λ	W/(m.K)
۴	مقاومت حرارتی سطحی قابلیت عایق بودن از نظر حرارتی یک یا چند لایه از جدار و یا کل جدار. مقدار اختلاف دمای لازم، بین دو طرف یک متر مربع از یک لایه یا جدار (در حالت پایدار) برای اینکه توان حرارتی برابر با واحد از آن عبور کند : $R = (T_i-T_e)/q$ در مورد لایه‌ای با ضخامت d که در آن مقدار R ثابت بوده و یا رابطه‌ای خطی با دما دارد: $R = d / \lambda$	Thermal resistance	R	$m^2.K/W$
۵	ضریب تبادل حرارت در سطح جدار نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.	Surface coefficient of heat transfer	h	$W/(m^2.K)$
۶	ضریب انتقال حرارت سطحی (بخشی از پوسته) نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار: $U = \Phi / ((T_i-T_e) . A)$	Thermal transmittance	U	$W/(m^2.K)$

hom.ir

۷	ضریب انتقال حرارت خطی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جدارهایی دارای یک پل حرارتی به طول یک متر، در حالت پایدار: $U_l = \Phi / ((T_i-T_e) . L)$	Linear thermal transmittance	U_l	W/(m.K)
۸	گرمای ویژه (جرمی) نسبت ظرفیت حرارتی به جرم کل جسم: $c = C / W$	Specific heat capacity	c	J/(kg.K)
۹	ضریب انتقال حرارت ساختمان مقدار انتقال حرارت از ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $H = \Phi / \Delta T$	Coefficient of heat loss	H	W/K
۱۰	ضریب انتقال حرارت سطحی ساختمان مقدار انتقال حرارت از یک متر مربع ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $F_S = \Phi / (A . \Delta T)$	Areal coefficient of heat loss	F_S	$W/(m^2.K)$
۱۱	ضریب انتقال حرارت حجمی ساختمان مقدار انتقال حرارت از یک متر مکعب ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $F_v = \Phi / (V . \Delta T)$	Volumic coefficient of heat loss	F_V	$W/(m^3.K)$
۱۲	شاخص خورشیدی	Solar Index	I_S	m^{-1}

hom.ir

پیوست ۷ مقادیر ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب حرارتی مصالح توسط مراجع ذی‌صلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده‌باشد.

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
سنگ‌ها:		
سنگهای آذرین و دگرگونی		
گرانیت، گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۲/۲
شیست ، آردواز	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	۲/۲
بازالت	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	۱/۶
سنگ‌پا، تراکیت، آندزیت	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱/۱
سنگهای آهکی		
سنگهای سرد (مرمر)	بیش از ۲۵۹۰	۲/۹
سنگهای سخت	۲۳۵۰ تا ۲۵۸۰	۲/۴
سنگهای یکپارچه یا سنگهای نیمه یکپارچه	۱۸۴۰ تا ۲۳۴۰	۱/۴
سنگهای نرم	۱۴۸۰ تا ۱۸۳۰	۱/۰
سنگهای خیلی نرم	کمتر از ۱۴۷۰	۰/۸۵
ماسه سنگها		
کوارتزی	۲۲۰۰ تا ۲۸۰۰	۲/۶
آهکی	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱/۹
سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساب	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲/۶
	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	۱/۸
	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	۰/۹
سفال	۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰	۱/۰ تا ۱/۳۵

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
بتن:		
بتن‌های با سنگدانه سنگین سیلیسی، سیلیسی آهکی و سنگ آهک		
بتن معمولی	۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰	۱/۷۵
بتن متخلخل	۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰	۱/۴۰
بتن با سنگدانه سنگین کوره آهن‌گدازی	۱۶۵۰۰ تا ۱۹۰۰	۱/۱۵
بتن معمولی		
با ماسه رودخانه‌ای یا معدنی	۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰	۱/۴
با سرباره دانداز	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰/۸
بتن متخلخل		
با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه	۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۰/۷
بتن سبک‌دانه		
بتن با پوکه طبیعی یا سرباره منبسط با ساختار متخلخل (وزن ظاهری سنگدانه در حدود $750\ kg/m^3$)		
با ذرات ریز یا با ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰/۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰/۴۴
بدون ذرات ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰/۳۵
بتن با خاکستر بادی سینترشده (وزن ظاهری سنگدانه در حدود $650\ kg/m^3$)	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰/۳۵
بتن با سنگدانه سبک طبیعی یا سنگ‌پا (وزن ظاهری سنگدانه در حدود $600\ kg/m^3$)	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰.۴۶
بتن با رس منبسط یا شیست منبسط		
وزن ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ [1]		
ماسه رودخانه بدون ماسه سبک	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱/۰۵
با ماسه رودخانه همراه با ماسه سبک	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰/۸۵
وزن ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ [1]		
با ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰/۷۰
با ماسه رودخانه همراه با ماسه سبک	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰/۴۶

۱ واحد مورد استفاده برای وزن سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
وزن ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰ [1]		
با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰.۳۳
بدون ماسه و با عیار سیمان کم	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰.۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰.۲۰
بتن با سنگدانه خیلی سبک		
بتن متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا		
نسبت: ۱ به ۳	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰/۳۱
نسبت: ۱ به ۶	۴۰۰ تا ۶۰۰	۰/۲۴
لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۰۰ تا ۴۵۰	۰/۱۹
بتن متخلخل اتوکلاوه		
وزن مخصوص اسمی : ۸۰۰	۷۷۵ تا ۸۲۵	۰/۳۳
وزن مخصوص اسمی : ۷۵۰	۷۲۵ تا ۷۷۵	۰/۲۹
وزن مخصوص اسمی : ۷۰۰	۶۷۵ تا ۷۲۵	۰/۲۷
وزن مخصوص اسمی: ۶۵۰	۶۲۵ تا ۶۷۵	۰/۲۴
وزن مخصوص اسمی: ۶۰۰	۵۷۵ تا ۶۲۵	۰/۲۲
وزن مخصوص اسمی: ۵۵۰	۵۲۵ تا ۵۷۵	۰/۲۰
وزن مخصوص اسمی: ۵۰۰	۴۷۵ تا ۵۲۵	۰/۱۸
وزن مخصوص اسمی: ۴۵۰	۴۲۵ تا ۴۷۵	۰/۱۷
وزن مخصوص اسمی: ۴۰۰	۳۷۵ تا ۴۲۵	۰/۱۶
بتن با خرده چوب		
بتن متشکل از تراشه‌های چوب	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰/۱۶
پانل‌های ساخته‌شده از تراشه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰/۱۵
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰/۱۲
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰/۱۰
اندود، ملات و درزگیر	۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰	۱/۱۵
سیمان پنبه کوهی و سیمان پنبه کوهی سلولزی		
آزبست‌سیمان	۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰	۰/۹۵
سیمان سلولز	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰/۴۶
	۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰	۰/۳۵

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
گچ:		
گچ «دوغاب غنی» یا «بسیار غنی» (گچ بسیار سخت و گچ پاشیده)	۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰	۰/۵۰
گچ قطعات پیش‌ساخته گچی با روکش مقوایی	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰/۳۵
گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی		
گچ با روکش مقوایی «ضدآتش» و لایه‌های گچ‌آرمه با الیاف معدنی	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰/۳۵
گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلیمتر) :		
یک حجم برای یک حجم گچ	۷۰۰ تا ۹۰۰	۰/۳۰
دو حجم برای یک حجم گچ	۵۰۰ تا ۷۰۰	۰/۲۵
پشم‌های معدنی:		
پشم‌سنگ	۱۸ تا ۲۵	۰/۰۴۷
	۲۵تا ۳۵	۰/۰۴۱
	۳۵تا ۸۰	۰/۰۳۹
	۸۰ تا ۱۸۰	۰/۰۴۱
پشم‌شیشه	۹تا ۱۲	۰/۰۵۴
	۱۲تا ۱۸	۰/۰۴۸
	۱۸ تا ۲۵	۰/۰۴۳
	۲۵ تا ۸۰	۰.۰۳۷
	۸۰ تا ۱۳۰	۰.۰۳۹
فراورده‌های گیاهی:		
چوبهای طبیعی		
بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار		
وزن مخصوص طبیعی ۶۵۰ kg/m^3 تا ۸۰۰	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰/۲۳
وزن مخصوص طبیعی ۵۰۰ kg/m^3 تا ۶۵۰	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰/۱۵
چوب‌های درختهای صمغی بسیار سنگین (برگ ریز)		
وزن مخصوص طبیعی بیش از ۷۰۰ kg/m^3	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰/۲۳
کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا وزن مخصوص طبیعی ۵۰۰ kg/m^3 تا ۶۰۰	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰/۱۵
کاج یا صنوبر، اپیسه‌آ وزن مخصوص طبیعی ۳۵۰ kg/m^3 تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰/۱۲

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
تبریزی، اکومه وزن مخصوص طبیعی ۳۵۰ kg/m۳ تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰/۱۲
چوبهای طبیعی خاص		
بالزا	۶۰ تا ۱۲۰	۰/۰۵۴
چوبهای سنگین	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰/۲۹
صفحات سبک از الیاف چوب		
«سخت» و «بسیار سخت»	۸۵۰ تا ۱۰۰۰	۰/۲۰
صفحات معروف به «عایق حرارتی»	۲۰۰ تا ۲۵۰	۰/۰۶۰
	۲۵۰ تا ۳۰۰	۰/۰۶۷
صفحات متشکل از تراشه‌های چوب به هم چسبیده (نئوپان)		
وزن مخصوص اسمی ۷۰۰ تا ۸۰۰	۶۵۰ تا ۷۵۰	۰/۱۷
وزن مخصوص اسمی ۶۰۰ تا ۶۹۰	۵۵۰ تا ۶۴۰	۰/۱۴
وزن مخصوص اسمی ۵۰۰ تا ۵۹۰	۴۵۰ تا ۵۴۰	۰/۱۲
وزن مخصوص اسمی ۴۰۰ تا ۴۹۰	۳۶۰ تا ۴۰۴	۰/۱۰
اکسترود شده با وزن مخصوص اسمی ۶۰۰ تا ۷۰۰	۵۵۰ تا ۶۵۰	۰/۱۶
متشکل از تراشه‌های کتان		
وزن مخصوص اسمی ۶۰۰	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰/۱۲
وزن مخصوص اسمی ۵۰۰	۴۱۰ تا ۵۰۰	۰/۱۰
وزن مخصوص اسمی ۴۰۰	۳۲۰ تا ۴۱۰	۰/۰۸۵
وزن مخصوص اسمی ۳۰۰	۲۳۰ تا ۳۲۰	۰/۰۷۳
صفحات توفال کوبی‌شده و توده‌ای (تخته سه‌لا، نئوپان)		
با چوب کاج	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰/۱۵
با چوب اکومه یا درخت تبریزی	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰/۱۲
چوب پنبه		
متراکم	۵۰۰	۰/۱۰
انبساط یافته خالص	۱۰۰ تا ۱۵۰	۰/۰۴۹
انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صمغهای مصنوعی	۱۵۰ تا ۲۵۰	۰/۰۵۵
کاه فشرده	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰/۱۲
مصالح پلاستیکی:		
پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم)		

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به‌صورت منقطع	۷ تا ۹	۰.۰۵۸
	۱۰ تا ۱۴	۰/۰۴۷
	بیش از ۱۵	۰/۰۴۱
قالب‌گیری شده ممتد بدون پوسته سطحی	کمتر از ۹	۰/۰۵۸
	۱۰ تا ۱۲	۰/۰۴۷
	۱۳ تا ۱۴	۰/۰۴۳
	بیش از ۱۵	۰.۰۴۱
اکسترود شده		
با هوا	۲۸ تا ۴۰	۰/۰۳۷
با HCFC	۳۰ تا ۳۵	۰/۰۳۵
با CFC	۳۵ تا ۴۰	۰/۰۳۳
دیگر موارد	-	۰/۰۵۰
پلی‌کلرور وینیل (PVC) منبسط‌شده		
	۲۵ تا ۳۵	۰/۰۳۱
	۳۵ تا ۴۸	۰/۰۳۴
پلی‌یورتان		
لایه‌ها و بلوکهای انبساط یافته ممتد	۲۷ تا ۴۰	۰/۰۳۰
بلوکهای انبساط یافته منقطع	۴۰ تا ۶۵	۰/۰۳۳
دیگر موارد	-	۰/۰۳۰
مصالح مصنوعی متراکم متداول در ساختمان		
کائوچو مصنوعی	۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰	۰/۴
فرمو – فنول	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۰/۴
پلی‌آمید (نایلون، ریلسان)	۱۰۰۰ تا ۱۱۵۰	۰/۴
پلی‌استر	۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰	۰/۴
پلی‌اتیلن	۹۰۰ تا ۱۰۰۰	۰/۴
پلی‌متاکریلات متیل (آلتوگلاس، پلکسی گلاس)	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰	۰/۲
پلی کلرور وینیل (PVC)	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰/۲
بتونه درزها و پرکننده‌های عایق رطوبتی (سیلیکن، پلی‌اورتان، پلی‌سولفور، اکریلیک)	۱۰۰۰ تا ۱۶۵۰	۰/۴

hom.ir

مصالح	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^oC$
محصولات عایق رطوبتی		
آسفالت خالص	۲۱۰۰	۰/۷۰
آسفالت ماسه‌ای	-	۱/۱۵
مقواهای نمدی و پوششهای نرم آغشته به قیر	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰/۲۳
فلزت و آلیاژها		
آهن خالص	۷۸۷۰	۷۲
فولاد	۷۷۸۰	۵۲
چدن	۷۵۰۰	۵۶
آلومینیم	۲۷۰۰	۲۳۰
دورالومین	۲۸۰۰	۱۶۰
مس	۸۹۳۰	۳۸۰
برنج	۸۴۰۰	۱۱۰
سرب	۱۱۳۴۰	۳۵
روی	۷۱۳۰	۱۱۲
شیشه	۲۷۰۰	۱/۱
دیگر موارد		
لایه‌های متشکل از ورمیکولیت یا پرلیت انبساط یافته ساخته شده در کارخانه		
لایه‌های متشکل از ورمیکولیت به هم چسبیده با سیلیکاتها	۴۰۰ تا ۵۰۰	۰/۱۹
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰/۱۴
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۰/۱۰
لایه‌های متشکل از پرلیت انبساط یافته به هم چسبیده با مواد چسبنده قیری	۱۷۰ تا ۱۹۰	۰/۰۵۸
کف شیشه (شیشه متخلخل)	۱۲۰ تا ۱۳۰	۰/۰۵
	۱۳۰ تا ۱۴۰	۰/۰۵۵
	۱۴۰ تا ۱۸۰	۰/۰۶۳

hom.ir

پیوست ۸ مقادیر مقاومت‌های حرارتی سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی، لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب حرارتی مربوطه توسط مراجع ذی‌صلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده‌باشد.

پ-۸-۱ مقاومت‌های حرارتی لایه هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی

در این قسمت، مقاومت‌های حرارتی (R_i) بین سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی و هوای محیط مجاور (داخل یا خارج) که با آن در تماس هستند، بسته به زاویه جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و مشخصات فضایی که جدار با آن در تماس است ارائه می‌گردد. واحد مورد استفاده [$m^2.K/W$] است:

زاویه جدار نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	جدار در تماس با فضای خارج			جدار در تماس با فضای کنترل‌نشده		
		لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	مجموع لایه‌ها	لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	مجموع لایه‌ها
عمودی یابازاویه‌بیش‌از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی	افقی	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۲۲
افقی‌یابازاویه کمتراز ۶۰درجه نسبت‌به‌سطح‌افقی	رو به بالا	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۱۸
افقی‌یابازاویه کمتراز ۶۰درجه نسبت‌به‌سطح‌افقی	رو به پایین	۰.۱۷	۰.۰۵	۰.۲۲	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۳۴

hom.ir

پ-۸-۲ مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محصور شده بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی

در این قسمت، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محصور شده بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی (در صورت وجود)، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایه داده شده است

زاویه لایه هوا نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	ضخامت لایه هوا به میلیمتر						
		۵ تا ۷	۷.۱ تا ۹	۹.۱ تا ۱۱	۱۱.۱ تا ۱۳	۱۴ تا ۲۴	۲۵ تا ۵۰	۵۱ تا ۱۰۰
عمودی یابازاویه‌بیش‌از ۶۰ درجه‌نسبت‌به سطح افقی	افقی	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۶	۰.۱۶
افقی یابازاویه‌کمتراز ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی	روبه بالا	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۴
افقی یابازاویه کمتراز ۶۰درجه نسبت‌به‌سطح‌افقی	روبه پایین	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۲۰

پ-۸-۳ مقاومت‌های حرارتی (R_i) لایه‌های عناصر ساختمانی از جنس مصالح بنائی متداول

در اینجا، مقادیر مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی متداول ارائه می‌شود. واحد مورد استفاده $[m^2. K/W]$ است :

hom.ir

آجر

آجر پلاک (نما)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

	ضخامت (سانتی‌متر)	مقاومت حرارتی
آجر پلاک (نما)	۳ تا ۴	۰.۰۳

آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر بلوک آجری: ضخامت : ۵.۵ سانتیمتر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتیمتر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتیمتر

وزن مخصوص مادهٔ آجر: بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار به سانتی‌متر			
	۵.۵	۱۰.۵	۲۲	۳۵
	۰.۰۵	۰.۰۹		
			۰.۲۰	
				۰.۳۰

hom.ir

آجر سوراخدار (دیوار)

ابعاد متداول : ضخامت : ۵.۵ سانتیمتر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتیمتر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتیمتر

وزن مخصوص مادهٔ سفالی : بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

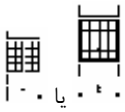
مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار به سانتی‌متر		
	۱۰.۵	۲۲	۳۵
	۰.۱۳		
		۰.۲۸	
			۰.۴۲

hom.ir

بلوک سفالی (دیوار)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار به سانتی‌متر					
	۷.۵	۱۰.۵	۱۲.۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰.۱۶	۰.۲۰				
			۰.۲۷	۰.۳۰		
					۰.۳۹	۰.۷۸

بلوک سیمانی (دیوار)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار به سانتی‌متر					
	۷.۵	۱۰.۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰.۰۷	۰.۰۹			
			۰.۱۴	۰.۱۹	
					۰.۳۲

hom.ir

تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

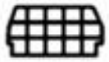
فاصله محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنه سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر

وزن مخصوص خشک ماده سفالی بلوک : ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتیمتر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت بلوک به سانتی‌متر	
	۲۰	۲۵
	۰.۲۶	
		۰.۳۵

تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

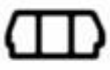
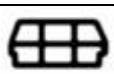
فاصله محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنه سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر

وزن مخصوص خشک ماده سیمانی بلوک : ۱۹۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب

پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتیمتر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت بلوک به سانتی‌متر	
	۲۰	۲۵
	۰.۱۵	
		۰.۲۵

hom.ir

پیوست ۹ - مقادیر ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوهای ساختمانی

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب انتقال حرارت توسط مراجع ذی‌صلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده‌باشد. کلیهٔ مقادیر بر حسب W/m^2K هستند.

پ-۹-۱ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های‌شیشه‌دار) بدون پرده داخلی (U_G)

	نوع شیشه	ضخامت اسمی لایه هوا (میلیمتر)	جنس پروفیل	زاویه جدار شفاف نسبت به سطح افقی	
				عمودی (با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی ۶۰ درجه نسبت به افق)	افقی (یا با زاویه‌ای کوچکتر از ۶۰ درجه نسبت به افق)
پنجره ساده	ساده		چوب یا پی‌وی‌سی	۵.۰	۵.۵
			فلز	۵.۸	۶.۵
	دوجداره	۶ (۵ تا ۷)	چوب یا پی‌وی‌سی	۳.۳	۳.۵
			فلز	۴.۰	۴.۳
		۸ (۷.۱ تا ۹)	چوب یا پی‌وی‌سی	۳.۱	۳.۳
			فلز	۳.۹	۴.۲
		۱۰ (۹.۱ تا ۱۱)	چوب یا پی‌وی‌سی	۳.۰	۳.۲
			فلز	۳.۸	۴.۱
		۱۲ (۱۱.۱تا۱۳)	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۹	۳.۱
			فلز	۳.۷	۴.۰
دوپنجره	ساده	بیش از ۳۰	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۶	۲.۷
			فلز	۳.۰	۳.۲

hom.ir

پ-۹-۲ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های شیشه‌دار) با پرده داخلی متحرک (U_G)

	نوع شیشه	ضخامت اسمی لایه هوا (میلیمتر)	جنس پروفیل	زاویه جدار شفاف نسبت به سطح افقی	
				عمودی (با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی ۶۰ درجه نسبت به افق)	افقی (یا با زاویه‌ای کوچکتر از ۶۰ درجه نسبت به افق)
پنجره ساده	ساده		چوب یا پی‌وی‌سی	۳.۷	۴.۲
			فلز	۴.۲	۴.۸
	دوجداره	۶ (۵ تا ۷)	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۶	۲.۹
			فلز	۳.۱	۳.۴
		۸ (۷.۱ تا ۹)	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۵	۲.۸
			فلز	۳.۰	۳.۳
		۱۰ (۹.۱ تا ۱۱)	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۴	۲.۷
			فلز	۲.۹	۳.۲
		۱۲ (۱۱.۱ تا ۱۳)	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۴	۲.۶
			فلز	۲.۹	۳.۲
دوپنجره	ساده	بیش از ۳۰	چوب یا پی‌وی‌سی	۲.۱	۲.۳
			فلز	۲.۵	۲.۷

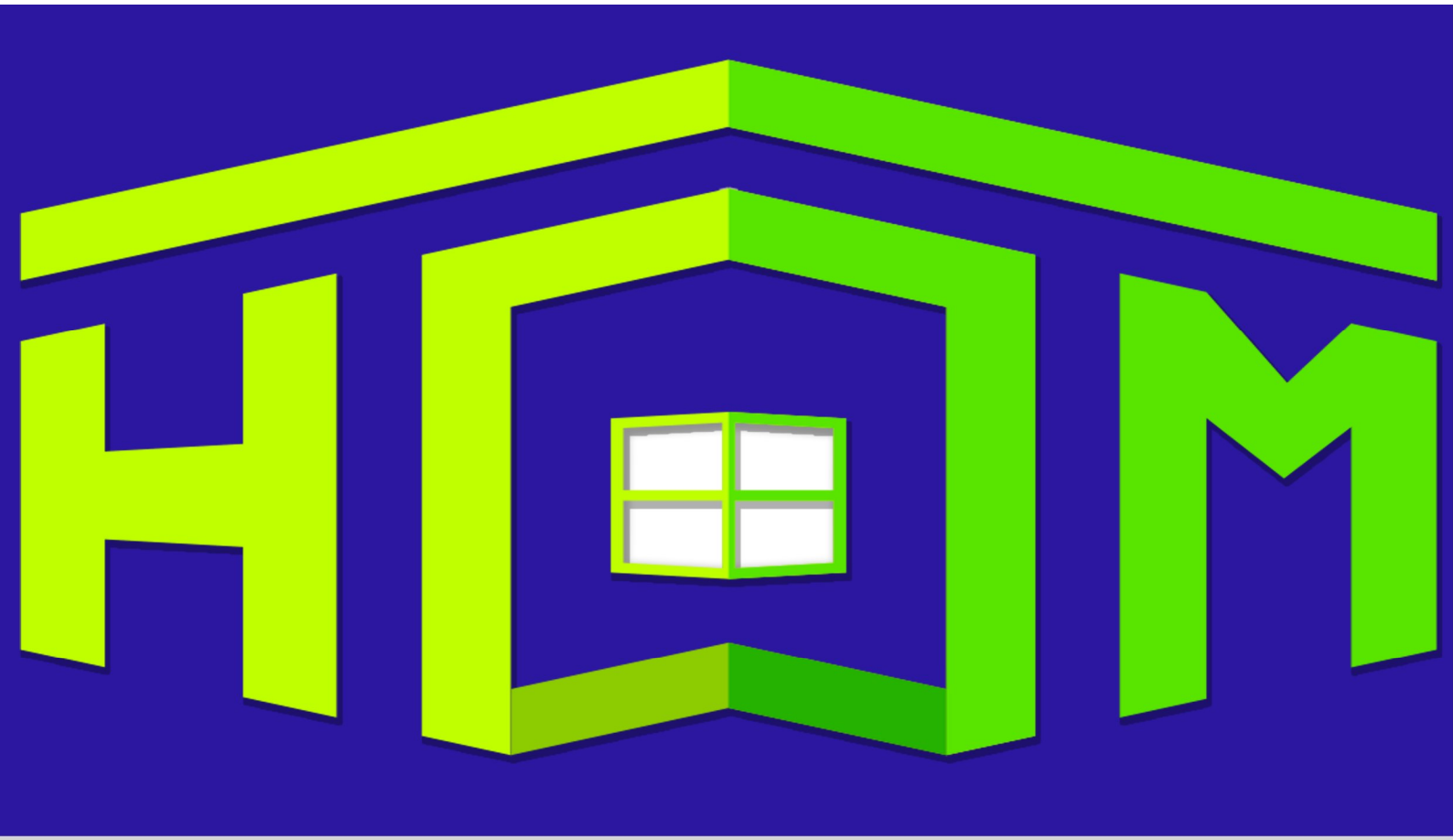
hom.ir

پ-۹-۳ ضرایب انتقال حرارت درها (U_D)

نوع در	جنس در	نوع شیشه مصرفی	درصد شیشه‌خور	مجاور فضای خارج	مجاور فضای کنترل‌نشده
ساده	چوب	-	-	۳.۵	۲.۰
		ساده	کمتر از ۳۰ ٪	۴.۰	
			بین ۳۰٪ و ۶۰٪	۴.۵	
		دوجداره		۳.۳	
	فلز	-	-	۵.۸	۴.۵
		ساده		۵.۸	۴.۵
		دوجداره	کمتر از ۳۰ ٪	۵.۵	
			بین ۳۰٪ و ۶۰٪	۴.۸	
	شیشه (بدون قاب)	ساده		۵.۸	
گردان (مدور)	چوب	-	-	-	۴.۵
	فلز یا شیشه	-	-	-	۵.۲
دو در[۱] (روی پاشنه یا کشویی)	چوب	-	-	-	۲.۹
	فلز یا شیشه	-	-	-	۳.۳

[۱] Vestibule

hom.ir



HOM.IR